

# 3 Priority Papers  
Snu 6-13-01

Patent  
Attorney's Docket No. 032590-084

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of )  
Noboru TAKACHIO et al )  
Application No.: 09/785,402 )  
Filed: February 20, 2001 )  
For: NODE APPARATUS, OPTICAL )  
WAVELENGTH DIVISION )  
MULTIPLEXING NETWORK, AND )  
SYSTEM SWITCHING METHOD )



Group Art Unit: 2633

Examiner: Not Assigned

**RECEIVED**  
JUN 11 2001  
Technology Center 2600

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS**

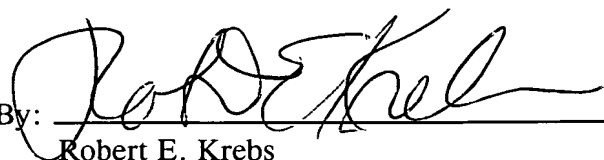
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Enclosed are an original certified copies of Japanese Patent Applications Nos.  
2000-043293 and 2000-240232 filed on February 21, 2000 and August 8, 2000,  
respectively. These applications (Nos. 2000-043293 and 2000-240232) were listed as a  
priority documents in the subject application.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

By:   
Robert E. Krebs  
Registration No. 25,885

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(650)622-2300

Date: June 5, 2001

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-240232

出 願 人

Applicant (s):

日本電信電話株式会社

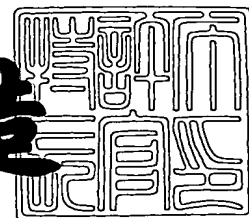


RECEIVED  
JUN 11 2001  
Technology Center 2600

2001年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3000543

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH125390

【提出日】 平成12年 8月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明の名称】 波長多重光ネットワーク

【請求項の数】 24

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 高知尾 昇

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 岩月 勝美

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 小原 仁

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 43293

【出願日】 平成12年 2月21日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701417

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長多重光ネットワーク

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

階層化した構造が 3 階層以上である場合に、最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する各ノード又は局舎間がそれぞれ少なくとも 2 本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、1 又は複数の光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ少なくとも 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電気的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 2】 請求項 1 記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである 2 重リング構造であり、直下位のリングネットワークに属するノードがただひとつ又は複数であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする請求項 1 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 3】 請求項 2 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号が集約される収容局には、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて上位局との間で波長多重信号を送受し、収容局より上位に位置するノード又は局舎においては、光増幅器と受動光部品を用いて最上位のネットワークに属するセンターノード

ドとONUとの間の通信を行うことを特徴とする請求項2記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項4】 請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する収容局より上位に位置する局舎またはノードにおかれる受動光部品が光カップラーであることを特徴とする請求項3記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項5】 請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する電話局以外の局舎又はノードにおかれる受動光部品が光サーキュレータであることを特徴とする請求項3記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項6】 少なくとも2つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶネットワークであり、その直上位のネットワークは少なくともひとつの前記収容局が少なくとも2本のファイバで接続されたリング構成で、各収容局からのトラフィックは収容局が属するリングネットワークにおけるセンターノードによって集約され、そのセンターノードによってさらに上位のネットワークと接続されており、

その収容局が含まれるリングネットワークにおけるセンターノードすなわち上位ネットワークにおけるリモートノードと各ONUとの間は、それぞれ波長が異なる光信号を用いて互いに通信を行い、リモートノードとONUの間に位置する収容局においては、前記光信号が電気信号に変換されることなく光信号のままで増幅、ルーティングの処理が行われ、リモートノードにおいて電気信号に変換され、電氣的処理が行われ、あらかじめ割り当てられた波長で上位のネットワークへと送信されることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項7】 請求項6記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである2重リング構造であり、その直下位のリングネットワ

ークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする請求項 6 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 8】 請求項 7 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号が集約される収容局においては、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて収容局からのトラフィックを集約するリモートノードとの間で波長多重信号を送受し、

リモートノードにおいては各収容局又は上位ネットワークに属するノードからの波長多重信号をそれぞれ波長ごとに等化・識別・再生し、あらかじめ定められた波長に変換して上位ノード又は収容局に送り出し、その上位ネットワークから波長多重信号を取り出す手段と上位ネットワークに波長多重信号を送り出す手段として、受動光部品を用いる

ことを特徴とする請求項 7 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 9】 請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光カップラーを用いることを特徴とする請求項 8 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 10】 請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光サーキュレータを用いることを特徴とする請求項 8 記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項 11】 請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

ONU と収容局との間を無線通信を用いて 2 重化を行ったことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 12】 請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

収容局におかれた光合分波器を収容局ではなく引き落とし点に配置したことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 13】 請求項 12 記載の波長多重光ネットワークにおいて、

ONU と収容局との間を無線通信を用いて 2 重化を行ったことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 14】 請求項 2 に記載の波長多重ネットワークにおいて、

収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワークとの両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも2本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、

また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項15】 請求項14に記載の波長多重ネットワークにおいて、  
リングネットワーク内で用いられる少なくとも2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項16】 3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、  
最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも4本の光ファイバ、によって結ばれたリングネットワークであり、

中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ少なくとも4本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項17】 請求項16に記載の波長多重ネットワークにおいて、  
中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも4本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、



また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 1 8】 3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ少なくとも 4 本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、

最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載の波長多重ネットワークにおいて、

中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、

また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項 2 0】 少なくとも 2 つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、

最も上位に位置するネットワークは、少なくとも 1 つのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも 4 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、

最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、その中間のリングネットワークに属する少なくとも1つの各ノードあるいは各局舎間がそれぞれ少なくとも4本の光ファイバによって結ばれ、

最も下位のネットワークは、その直上位のリングネットワークに属する各ノードあるいは各局舎（収容局）と、少なくとも1つの光サービスユニット（ONU）とをそれぞれ少なくとも2本の光ファイバで結び、その収容局を中心としたスター構成で、

最上位のネットワークに属するセンターノードは、各ONUに対して異なる波長を用いて情報を送信し、各ONUはこの割り当てられた波長と同一波長の光信号を用いてセンターノードへ情報を送信し、

センターノードと各ONUの間に介在する各局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行う

ことを特徴とする波長多重光ネットワーク。

【請求項21】 請求項20記載のネットワークのうち最上位とその下位のネットワークがともにリングである2重リング構造であり、その下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっている3層構造を有していることを特徴とする請求項20記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項22】 請求項21記載のネットワークのうち、上位のリングネットワークに属するリモートノードすなわち下位のリングネットワークにおいてセンターノードとなる局舎において、下位のリングネットワークの一端が開放されていることを特徴とする請求項21記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項23】 請求項22記載のネットワークのうち、収容局において波長ごとに波長多重信号を分離し、ONUごとに異なる波長の光信号を分配することを特徴とする請求項22記載の波長多重光ネットワーク。

【請求項24】 請求項22記載のネットワークのうち、収容局においてスターカップラーを用いて各ONUに光信号を分配し、それらの各ONUが波長選択機能を有していることを特徴とする請求項22記載の波長多重光ネットワーク

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の異なる波長の光信号を多重化して伝送する波長多重光ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】

図25に、従来の波長多重光ネットワークの構成例を示す。図25に示すネットワークは、2つあるいは3つの階層化したリング構造を持つ。ここでは、図25に示すネットワークをネットワーク(1)11、ネットワーク(2)12、ネットワーク(3)13、ネットワーク(4)14、およびネットワーク(5)15に分割して説明する。リング構造をもつネットワーク(1)11は最も上位に位置し、少なくともひとつのセンターノード21と2つ以上(図1では3台)のリモートノード22, 23, 24を有する。ネットワーク(2)12は、ネットワーク(1)11のリモートノードのひとつであるノード(#4)24を含むリングネットワークであり、ネットワーク(1)11の下位に位置する。ネットワーク(3)13は、ネットワーク(2)12のひとつのノード(#41)25を中心としたツリー状の構造をしており、ネットワーク(2)12の下位に位置する。一方、ネットワーク(4)14は、ネットワーク(1)11のリモートノードのひとつであるノード(#3)23を中心としたリング型のネットワークであり、ネットワーク(1)11の下位に位置している。ネットワーク(5)15は、ネットワーク(4)14の複数のノード23, 26, 27, 28のうちのひとつのノードであるノード27を中心としたツリー状の構造をしており、ネットワーク(4)14の下位に位置すると考えることができる。各家庭あるいは事業所等の各加入者となるONU (Optical Network Unit; 光サービスユニット; 光網終端装置) 51~56は、ネットワーク(3)あるいはネットワーク(5)に収容されている。

【0003】

また図25において、ネットワーク(1)11、ネットワーク(2)12、および

ネットワーク（４）１４の各ノード間は、複数の光ファイバからなる光ファイバ伝送路60,60,...によって接続されている。ネットワーク（３）１３およびネットワーク（５）１５におけるノードと各ONUとの間は、単一の光ファイバからなる光ファイバ伝送路70,70,...によって接続されている。また、各ノード25～28には、それぞれ光信号から電気信号に変換した伝送信号を電氣的に処理する電氣的処理装置が設けられている。

#### 【 0 0 0 4 】

ネットワーク（３）１３あるいはネットワーク（５）１５に位置する加入者からのトラフィックが例えば、1.5Mb/sであるとする。加入者からのトラフィックは、加入者局（ノード25あるいはノード27）において集約され、より高速の伝送速度、例えば52Mb/sでネットワーク（２）１２に含まれるノード（＃４）２４あるいはネットワーク（１）１１のリモートノード（＃３）２３に送り出される。ここで、ノード（＃４１）２５あるいはノード27においては、ネットワーク（２）１２あるいはネットワーク（４）１４に含まれるほかのノードから送られたトラフィックとこの加入者から集約したトラフィックをあわせて、さらに高速の伝送速度に変換してネットワーク（２）１２あるいはネットワーク（４）１４に含まれる次のノードへと伝送される。ネットワーク（１）１１に含まれる各ノードにおいても伝送速度変換等の処理が行われる。すなわち、各ノードにおいて電氣的処理が行われる。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図 2 5 に示すような従来の光ネットワークにおいては、例えば、各ユーザー向けに150Mb/sあるいは1Gb/s程度の新たな高速アクセスサービスを開始する場合、ネットワーク（３）１３あるいはネットワーク（５）１５に属するユーザー数が数人である場合も当初から、各ノードにトラフィック集約のための電氣的処理を行う伝送装置を導入する必要がある。したがって、初期投資が大きくなる。さらに、地域によっては、各ノードあたりにユーザー数が少ない場合も考えられ、投資効率の観点から問題が生じる。

#### 【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、より簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことが

できる波長多重光ネットワークを提供することを目的とするものであって、より具体的な一つの目的は、ONUを用いた大容量光アクセスサービスを行う際に初期投資を削減することができる波長多重光ネットワークを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、少なくとも2つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、階層化した構造が3階層以上である場合に、最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する各ノード又は局舎間がそれぞれ少なくとも2本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、1又は複数の光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電氣的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うことを特徴とする。また、特に、最上位のネットワークは、2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークとされ、各ノード間又は局舎間がそれぞれ2本の光ファイバによって結ばれ、さらには、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結んだことを特徴とする。

【0008】

請求項2の発明は、請求項1記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである2重リング構造であり、直下位のリングネットワークに属するノードがただひとつ又は複数であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする。請求項3の発明は、請求項2記載のネットワークのうち、ONUからの光信号が集約される収容局に

は、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて上位局との間で波長多重信号を送受し、収容局より上位に位置するノード又は局舎においては、光増幅器と受動光部品を用いて最上位のネットワークに属するセンターノードとONUとの間の通信を行うことを特徴とする。請求項4の発明は、請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する収容局より上位に位置する局舎またはノードにおかれる受動光部品が光カップラーであることを特徴とする。請求項5の発明は、請求項3記載のネットワークのうち、ONUからの光信号を集約する電話局以外の局舎又はノードにおかれる受動光部品が光サーキュレータであることを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

請求項6の発明は、少なくとも2つの階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶネットワークであり、その直上位のネットワークは少なくともひとつの前記収容局が少なくとも2本のファイバで接続されたりリモートノードをセンターノードとするリング構成で、各収容局からのトラフィックはそのセンターノードによって集約され、センターノードによってさらに上位のネットワークと接続されており、その収容局が含まれるリングネットワークに属するリモートノード（センターノード）と各ONUとの間は、それぞれ波長が異なる光信号を用いて互いに通信を行い、リモートノードとONUの間に位置する収容局においては、前記光信号が電気信号に変換されることなく光信号のままで増幅、ルーティングの処理が行われ、リモートノードにおいて電気信号に変換され、電氣的処理が行われ、あらかじめ割り当てられた波長で上位のネットワークへと送信されることを特徴とする。特に、最も上位のネットワークにおけるリングネットワークを2本の光ファイバによって結び、また、ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバによって直接結び、さらには、収容局が2本の光ファイバで接続されたりリモートノ

ードをセンターノードとするリング構成とされたことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 7 の発明は、請求項 6 記載のネットワークのうち最上位とその直下位のネットワークがリングである 2 重リング構造であり、その直下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっていることを特徴とする。請求項 8 の発明は、請求項 7 記載のネットワークのうち、ONU からの光信号が集約される収容局においては、光増幅器、光スイッチ、光合分波器を用いて収容局からのトラフィックを集約するリモートノードとの間で波長多重信号を送受し、リモートノードにおいては各収容局又は上位ネットワークに属するノードからの波長多重信号をそれぞれ波長ごとに等化・識別・再生し、あらかじめ定められた波長に変換して上位ノード又は収容局に送り出し、その上位ネットワークから波長多重信号を取り出す手段と上位ネットワークに波長多重信号を送り出す手段として、受動光部品を用いることを特徴とする。請求項 9 の発明は、請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光カップラーを用いることを特徴とする。請求項 10 の発明は、請求項 8 記載のネットワークのうち、収容局からのトラフィックを集約するリモートノードにおいて受動光部品として光サーキュレータを用いることを特徴とする。請求項 11 の発明は、請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、ONU と収容局との間を無線通信を用いて 2 重化を行ったことを特徴とする。請求項 12 の発明は、請求項 1 又は請求項 6 記載の波長多重光ネットワークにおいて、収容局におかれた光合分波器を収容局ではなく引き落とし点に配置したことを特徴とする。請求項 13 の発明は、請求項 12 記載の波長多重光ネットワークにおいて、ONU と収容局との間を無線通信を用いて 2 重化を行ったことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 14 記載の発明は、請求項 2 に記載の波長多重ネットワークにおいて、収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワークとの両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも 2 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放さ

れており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。特に、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶループ状の光ファイバが2本であることを特徴とする。請求項15記載の発明は、請求項14に記載の波長多重ネットワークにおいて、リングネットワーク内で用いられる少なくとも2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする。特に、リングネットワーク内で2本の光ファイバが用いられることを特徴とする。請求項16記載の発明は、3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも4本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ少なくとも4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする。特に、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードが4本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、また、中間のネットワークにおけるリングネットワークに属する収容局が4本の光ファイバによって結ばれ、さらに、最も下位のネットワークにおいて、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶことを特徴とする。

#### 【0012】

請求項17記載の発明は、請求項16に記載の波長多重ネットワークにおいて、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも4本のループ状の光ファイバの



一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。特に、下位のリングネットワークに属する収容局間が4本の光ファイバで結ばれることを特徴とする。請求項18記載の発明は、3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ少なくとも4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ少なくとも1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする。特に、最も上位に位置するネットワークにおけるリモートノードが2本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであることを特徴とし、また、中間のネットワークは、収容局がそれぞれ4本の光ファイバによって結ばれ、さらに、最も下位のネットワークは、各ONUと収容局の間を1本の光ファイバで直接結ぶことを特徴とする。請求項19記載の発明は、請求項18に記載の波長多重ネットワークにおいて、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ少なくとも4本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していることを特徴とする。特に、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ光ファイバが4本であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

請求項20記載の発明は、少なくとも2つの階層化した構造を持つ光ネットワ

ークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードを有し、それらが少なくとも4本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、最も下位のネットワークを除く中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、その中間のリングネットワークに属する少なくとも1つの各ノードあるいは各局舎間がそれぞれ少なくとも4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、その直上位のリングネットワークに属する各ノードあるいは各局舎（収容局）と、少なくとも1つの光サービスユニット（ONU）とをそれぞれ少なくとも2本の光ファイバで結び、その収容局を中心としたスター構成で、最上位のネットワークに属するセンターノードは、各ONUに対して異なる波長を用いて情報を送信し、各ONUはこの割り当てられた波長と同一波長の光信号を用いてセンターノードへ情報を送信し、センターノードと各ONUの間に介在する各局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うことを特徴とする。特に、少なくとも1つのセンターノードと2つ以上のリモートノードとを4本の光ファイバによって結び、また、中間のリングネットワークに属する少なくとも1つの各ノードあるいは各局舎間を4本の光ファイバによって結び、さらには、最も下位のネットワークは、その直上位のリングネットワークに属する各ノードあるいは各局舎と、少なくとも1つのサービスユニットとをそれぞれ2本の光ファイバで結ぶことを特徴とする。

#### 【0014】

請求項21記載の発明は、請求項20記載のネットワークのうち最上位とその下位のネットワークがともにリングである2重リング構造であり、その下位のリングネットワークに属するノードが収容局となっている3層構造を有していることを特徴とする。請求項22記載の発明は、請求項21記載のネットワークのうち、上位のリングネットワークに属するリモートノードすなわち下位のリングネットワークにおいてセンターノードとなる局舎において、下位のリングネットワークの一端が開放されていることを特徴とする。請求項23記載の発明は、請求項22記載のネットワークのうち、収容局において波長ごとに波長多重信号を分

離し、ONUごとに異なる波長の光信号を分配することを特徴とする。請求項 24 記載の発明は、請求項 22 記載のネットワークのうち、収容局においてスターカップラーを用いて各 ONU に光信号を分配し、それらの各 ONU が波長選択機能を有していることを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

本発明によれば、トラフィックの最終的な集約先であるネットワークのセンターノードとユーザーとの間にある波長を持つ光信号で直接結ぶことが可能となる。そのとき途中に介在するノードにおいては、電氣的処理を行わない。すなわち、各ユーザーとセンタノードはそれぞれ波長の異なる光信号で直接結ばれる。その場合、ユーザーからのトラフィックを集約し、地域ネットワーク内のほかのユーザーへの通信あるいは、コアネットワークへのトラフィックへの振り分け等の電氣的処理はセンターノードのみで行う。

## 【 0 0 1 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、発明による波長多重光ネットワークの実施の形態について説明する。

## 【 0 0 1 7 】

## 〔実施形態－１〕

図 1 は、本実施形態および以下で述べる実施形態における波長多重光ネットワークの全体構成を示すブロック図である。図 1 において、図 2 5 と同一の構成には同一の参照符号をつけている。また、本発明による構成を採用した図 2 5 に示すものに対応する構成には図 2 5 に示す参照符号の末尾に英字 “a” を追加した参照符号をつけている。

## 【 0 0 1 8 】

図 1 および図 2 を参照して実施形態 1 について説明する。図 2 は、本実施の形態における図 1 に示すネットワーク (1) 11a、ネットワーク (2) 12a およびネットワーク (3) 13a の構成を示すブロック図である。本実施形態は、2 ファイバ双方向リング構成を用いる場合である。すなわち、ネットワーク (1) 11a、ネットワーク (2) 12a 等の各ネットワークを構成する各ノード間が互いに光信

号の伝送方向の異なる 1 対の光ファイバで接続されている。例えば、ネットワーク (1) 11a では、各ノード間が互いに光信号の伝送方向の異なる光ファイバ (1) 62 および光ファイバ (2) 61 と、光ファイバ (1) 64 および光ファイバ (2) 63 で接続されている。ネットワーク (2) 12a では、各ノード間が互いに光信号の伝送方向の異なる光ファイバ 65 および 66 と光ファイバ 67 および 68 で接続されている。

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に示す例では、センターノード 21a を有するネットワーク (1) 11a に属するノード 24a から直線状のファイバ 65, 66, 67, 68 等の光信号伝送回路によって、ONU 51, 52, 53 までが結ばれている。図 2 において、実線で示された曲線が現用として用いるファイバ (光ファイバ 61, 62, 67, 68 等) を表し、点線で示したのが予備となるファイバ (光ファイバ 63, 64, 65, 66 等) を表している。本実施の形態および以下で述べる実施の形態における光ネットワークの特徴は、図 1 に示すように、最も上位のリングネットワーク (ネットワーク (1) 11a) に属するセンターノード (21a) 以外のノードあるいは収容局 (局舎) においては、主信号に対する電氣的処理すなわちトラフィック集約に伴う伝送速度変換等の処理を一切行わない点である。

## 【 0 0 2 0 】

以下にその詳細について説明する。ここで、図 1 および図 2 に示すセンターノード 21a の構成を図 4 ～図 6 を参照して説明する。なお、図 4 ～図 6 では、各信号線のうち、光信号を伝送する信号線を太線で、そして、電気信号を伝送する信号線を細線で示している。

## 【 0 0 2 1 】

図 4 に示す構成例では、図 2 に示すセンターノード 21a が、リモートノード 22a から光ファイバ (2) 61 を介して入力される  $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$  波長の  $n$  個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に  $n$  本の光信号に分波する光分波器 201 と、リモートノード 24a から光ファイバ (1) 64 を介して入力される  $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$  波長の  $n$  個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に  $n$  本の光信号に分波する光分波器 202 と、光分波器 201 および光分波器 202 で分波された各  $n$  本の光信号を電気信

号に変換する各  $n$  個の光受光器221<sub>n+1</sub>～221<sub>2n</sub>および光受光器222<sub>n+1</sub>～222<sub>2n</sub>と、光受光器221<sub>n+1</sub>～221<sub>2n</sub>または光受光器222<sub>n+1</sub>～222<sub>2n</sub>の出力いずれか一方を選択して出力する  $n$  個のセレクター231<sub>1</sub>～231<sub>n</sub>と、セレクター231<sub>1</sub>～231<sub>n</sub>の出力電気信号を入力して所定の電気的処理を行うとともに、2組の  $n$  個の電気信号を発生して出力する電気的処理部241と、電気的処理部241の出力電気信号を  $n$  個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する各  $n$  個の光送信器251<sub>1</sub>～251<sub>n</sub>および光送信器252<sub>1</sub>～252<sub>n</sub>と、光送信器251<sub>1</sub>～251<sub>n</sub>の出力光信号を合波して光ファイバ（1）62へ出力する光合波器211と、光送信器252<sub>1</sub>～252<sub>n</sub>の出力光信号を合波して光ファイバ（2）64へ出力する光合波器212とから構成されている。

## 【0022】

図5に示す構成例では、図2に示すセンタノード21aが、図4に示すものと同様の構成要素であるリモートノード22aから光ファイバ（2）61を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の  $n$  個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に  $n$  本の光信号に分波する光分波器201と、リモートノード24aから光ファイバ（1）64を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の  $n$  個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に  $n$  本の光信号に分波する光分波器202と、光分波器201および光分波器202から出力された各  $n$  本の光信号のいずれか一方を選択して出力する  $n$  個の光スイッチ261<sub>n+1</sub>～261<sub>2n</sub>と、光スイッチ261<sub>n+1</sub>～261<sub>2n</sub>から出力された光信号を電気信号に変換する  $n$  個の光受光器271<sub>n+1</sub>～271<sub>2n</sub>と、光受光器271<sub>n+1</sub>～271<sub>2n</sub>の出力電気信号を入力して所定の電気的処理を行うとともに、2組の  $n$  個の電気信号を発生して出力する電気的処理部241と、電気的処理部241の出力電気信号を  $n$  個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する各  $n$  個の光送信器251<sub>1</sub>～251<sub>n</sub>および光送信器252<sub>1</sub>～252<sub>n</sub>と、光送信器251<sub>1</sub>～251<sub>n</sub>の出力光信号を合波して光ファイバ（1）62へ出力する光合波器211と、光送信器252<sub>1</sub>～252<sub>n</sub>の出力光信号を合波して光ファイバ（2）64へ出力する光合波器212とから構成されている。

## 【0023】

図6に示す構成例では、図2に示すセンタノード21aが、図5に示すものと同様の構成要素であるリモートノード22aから光ファイバ（2）61を介して入力さ

れる $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の $n$ 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に $n$ 本の光信号に分波する光分波器201と、リモートノード24aから光ファイバ(1)64を介して入力される $\lambda_{n+1} \sim \lambda_{2n}$ 波長の $n$ 個の異なる波長の波長多重信号を波長毎に $n$ 本の光信号に分波する光分波器202と、光分波器201および光分波器202から出力された各 $n$ 本の光信号のいずれか一方を選択して出力する $n$ 個の光スイッチ261<sub>n+1</sub>~2nと、光スイッチ261<sub>n+1</sub>~2nから出力された光信号を電気信号に変換する $n$ 個の光受光器271<sub>n+1</sub>~271<sub>2n</sub>と、光受光器271<sub>n+1</sub>~271<sub>2n</sub>の出力電気信号を入力して所定の電氣的処理を行うとともに、1組の $n$ 個の電気信号を発生して出力する電氣的処理部241aと、電氣的処理部241aの出力電気信号を $n$ 個の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換する $n$ 個の光送信器281<sub>1</sub>~281<sub>n</sub>と、光送信器281<sub>1</sub>~281<sub>n</sub>の出力光信号を2分岐する $n$ 個の光分岐器291<sub>1</sub>~291<sub>n</sub>と、光分岐器291<sub>1</sub>~291<sub>n</sub>から出力された $n$ 本の光信号を合波して光ファイバ(1)62へ出力する光合波器211と、光分岐器291<sub>1</sub>~291<sub>n</sub>から出力された $n$ 本の光信号を合波して光ファイバ(2)64へ出力する光合波器212とから構成されている。

#### 【 0 0 2 4 】

図4~図6のいずれかに示すように構成されたセンターノード21aは、例えばリモートノード22aに伝送したい電氣的な主信号を2つに分岐し、その2つの主信号を用いて、波長 $\lambda_1$ の発信周波数を持つ2つの光源(光送信器251<sub>1</sub>および252<sub>1</sub>)をそれぞれ変調し、または1つの光源(光送信器281<sub>1</sub>)を変調しそれを光分岐器291<sub>1</sub>で分岐し、その一方を光ファイバ(1)62に、他方を光ファイバ(2)63に入射する。同様に、リモートノード23aに伝送したい電氣的な主信号を用いて、波長 $\lambda_2$ の発信周波数を持つ光源を変調して1組の光信号を発生し、その一方を光ファイバ(1)62に、他方を光ファイバ(2)63に波長 $\lambda_1$ の光信号と合波して、それぞれ入射する。以下同様にして、 $N$ 波の波長多重信号が、2本の光ファイバに入射される。本ネットワークにおいては、センターノード21aと各ONU51~53とを結ぶ光経路に対し、2波を割り当てる。すなわち、センターノード21aからあるONUに対して通信を行う場合に1波長を割り当て、ONUからセンターノードへ通信を行う場合に1波長を割り当てる。したがって、ここで

言う地域ネットワーク内のONUの総数が100個である場合、用いる波長数は200波となる。

#### 【0025】

そして、センタノード21aから送出する波長多重信号の一方は、例えば反時計周りに、他方はその逆の方向に伝送される。すなわち、ファイバ(1)62,64においては反時計周りに、ファイバ(2)61,63はその逆方向である時計周りに、センタノード21aから各リモートノード22a,23a,24aへ向け波長多重信号が伝送される。したがって、図2に示すように、各リモートノードでは、2本の光ファイバからそれぞれ波長多重信号が入射する。

#### 【0026】

ネットワーク(1)11aに属するリモートノード24aには、光ファイバ(1)または光ファイバ(2)を用いて入出力される光信号を増幅する光増幅器101,103,102,104と、ネットワーク(2)12aを構成する光ファイバ65もしくは68からの入力光を光ファイバ(1)または光ファイバ(2)を伝送される光信号に結合するかまたは光ファイバ64もしくは67への出力光を分光して出力する光カップラー(または、光サーキュレータ)105,106のみを配置する。また、収容局となるリモートノード25aにはファイバ断等に対処するための光スイッチ114と光合分波器であるAWG(Arrayed Waveguide Grating)115と光増幅器111,111,111,111と光分岐113のみが配置される。ここで、AWGを用いたときの波長と入出力ポートの関係の一例を図13および図14(表1)に示す。例えば、ポート1から入射されたWDM(Wavelength Division Multiplex)信号のうち、波長 $\lambda_1$ の信号はポート1より出力し、逆に出力側ポート1より波長 $\lambda_{10}$ の信号が入射すると、入射側ポート7より出力される。したがって、AWGを用いることにより波長多重信号の分波と合波が同じに可能となる。ここで、 $\lambda_1 \sim \lambda_{15}$ は、波長順に並んだ異なる光波長を表している。

#### 【0027】

センタノード21aはネットワーク内のONUに向けて、常にファイバ(1)62とファイバ(2)63の両方の信号を送出している。したがって、例えば収容局25aの光スイッチ114には、2つの経路を伝送されてきた同じ信号が入射している

こととなる。図 2 に示した光スイッチ 114 は現用ファイバ 67 を伝播してきた主信号を選択するよう設定されている。光スイッチ 114 によって、現用ファイバ 67 からの光信号のみが選択され、光合分波器 115 に入射される。光合分波器 115 には、センターノード 21a からすべての ONU 51, 52, 53 に向けて送出された例えば 100 波の光信号のすべてが入射し、光合分波器 115 によって対応した波長のみが選択されて対応する ONU 51, 52, 53 にそれぞれ送られる。

#### 【 0 0 2 8 】

また、各 ONU 51, 52, 53 からセンターノード 21a へ向けて送出される光信号には、センターノード 21a で送信用に用いられていない波長を用いる。各 ONU 51, 52, 53 からの信号は光合分波器 115 によって合波され、続いて光カップラー等の光分岐 113 を用いて実線と点線で示された両方の光伝送線路に結合され、それぞれ光増幅器 111, 111 で増幅された後、リモートノード 24a へと送出される。リモートノード 24a では電氣的処理を行わないため、ONU 51, 52, 53 からの信号は、センターノード 21a において通常はファイバ (1) 64 とファイバ (2) 61 の 2 経路から受信される。センターノード 21a では各 ONU 51, 52, 53, … から送られてきた信号と自分自身が送出した信号の両方を受信し、ONU からの信号のみを分波器 (図 4 ~ 図 6 の 201, 202) によって取り出す。光分波器 (201, 202) によって分波された各 ONU からの信号はそれぞれ光受信器 (OR) によって電氣信号に変換される。変換された電氣信号は例えばセレクタによって現用ファイバに対応した電氣信号が選択され、電氣的処理が行われ、自ネットワーク内へと、より上位のネットワークへ送出される信号に振り分けられる。すなわち収容局およびリモートノードでは電氣的な処理を一切行わない。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、図 2 示すネットワーク (1) 11a に示した位置 AA' においてファイバ断が発生した場合の動作について説明する。センターノード 21a はネットワーク内の ONU に向けて、常にファイバ (1) 62 とファイバ (2) 63 の両方の信号を送出している。したがって、ネットワーク (2) 12a に属する収容局 25a の光スイッチ 114 には、2 つの経路を伝送されてきた同じ信号が入射していることとなる。図 2 に示した光スイッチ 114 は現用ファイバ 67 を伝播してきた主信号を選択するよ



う設定されているが、AA'においてファイバ断が発生したとき入射信号断を感知し、光スイッチ114が点線で示された予備のファイバ66を伝播してきた信号を選択される方向に自動的にスイッチされる。一方、ONU51,52,53からセンターノード21aへ送り出される信号は、光分岐113によって、常に現用と予備の2経路68,65へ送出される。リモートノード24aでは電氣的処理を行わないため、ONU51,52,53からの信号は、センターノード21aにおいて通常は2経路61,64から受信される。ファイバ断が発生した場合、セクタにより現用に対応していた信号は予備のファイバ64に対応した信号を受信するようにスイッチされる。

## 【 0 0 3 0 】

また、ファイバ(1)を伝搬する信号に対して下流に位置するリモートノード(例えば鎖線で示すノード30aのようなリモートノード)に属した収容局がある場合は、同様に光スイッチを現用から予備に対応した位置に切りかえる。そして、点線で示された予備経路を用いて通信を行う。ファイバ1を伝搬する信号に対して上流に位置するリモートノード22aに属した収容局がある場合は、光スイッチの切り替えは行わず、現状どおりの経路で通信が行われる。センターノード21aにおいては、波長ごとに信号入力がある方向をセクタで選択し通信が行われる。

## 【 0 0 3 1 】

次に、図2に示したネットワーク(2)12aのBB'の位置でファイバ断が発生した場合について説明する。リモートノード24aに接続される収容局25aにおいては、光スイッチ114が点線で示される方向に切りかえられる。それ以外の収容局におかれた光スイッチは信号が現状どおり入射するため、切り替えは生じない。センターノード21aにおいては、波長ごとに信号入力がある方向をセクタで選択し通信が行われる。

## 【 0 0 3 2 】

以上述べたように、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノード21aとONU51,52,53以外では主信号の電氣的処理は行わない。

## 【 0 0 3 3 】

[実施形態-2]

2重リング構成における実施形態を図3に示す。図2と本実施形態との違いは、リモートノードに接続される収容局が複数であり、それらがリング状に接続されていることと、特に、リモートノード23aを含むリングネットワーク(4)14aに属するONU54,55,56に割り当てられた波長の光信号が、そのリングネットワーク内で周回しないよう光のバンドパスフィルタを有している点である。すなわち、リモートノード23a内の光カップラ105の入出力端に、リモートノード23aからセンターノード21aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光バンドパスフィルタ301と、センターノード21aからリモートノード23aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光バンドパスフィルタ302とをそれぞれ配置するとともに、光カップラ106の入出力端に、光バンドパスフィルタ301と光フィルタバンドパス302とをそれぞれ配置することである。その構成およびAA'においてファイバ断が発生した場合の収容局における光スイッチ動作は実施形態1と同様である。また、センターノード21aの構成は図4～図6に示されるとおりである。なお、リモートノード23aは、図2に示すリモートノード24aの内部構成と同様の構成要素によって構成されている。また、収容局(2)27aとして示すように、各収容局(1)26a～(3)28a内の増幅器111,111,111,111は、リモートノード23aと同様にして、光ファイバ伝送路がリング状となるように配置されている。

#### 【0034】

次に、BB'においてファイバ断となった場合のネットワークの動作について説明する。収容局(3)28aにおいては実線で示された現用ファイバを用いて通信が可能であるため光スイッチの切り替えは生じない。また、センターノード21aにおいても収容局(3)28aに割り当てられた波長に対応したセレクトの切り替えも生じない。一方、収容局(3)28aより下流に位置する収容局(2)27aおよび収容局(1)26aにおいては、現用ファイバからの光信号が断となるため、光スイッチ114が点線で示された予備のファイバへと切り替わる。ONU54,55,56からの信号は、予備のファイバを通過してリモートノード23aへ伝送され、さらにセンターノード21aへと伝送される。センターノード21aにおいては、セレクトによって予備用ファイバからの信号に対応した信号が選択される。リモートノード

22aあるいはリモートノード24aに対応した収容局に対しては影響ない。

【 0 0 3 5 】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電氣的処理は行わない。

【 0 0 3 6 】

[実施形態－3]

図7に2ファイバ単方向リングに対する実施形態を示す。この特長は、センターノード21aからリモートノード24b（図2のリモートノード24aに対応）への主信号の伝搬方向と、リモートノード24bからセンターノード21aへの主信号の伝搬方向が同じである点である。このときの、リモートノード24bの構成および収容局25aの構成を図中に示す。リモートノード24bに置かれた同一の光カップラー105bに収容局25aからの上り信号と下り信号が接続されている点が図2と異なる。光カップラー105bには光ファイバ67bおよび68b（図2の光ファイバ67および68に対応）が接続され、光カップラー106bには光ファイバ66bおよび69b（図2の光ファイバ65および66に対応）が接続されている。ここで、センターノード21aを含むネットワーク（1）11bが、図2のネットワーク（1）11aに対応する2ファイバ単方向リングである。

【 0 0 3 7 】

AA'において、光ケーブルが破断した場合の動作について説明する。リモートノード22b,23b（図2のリモートノード22a,23aに対応）の下位に接続される収容局においては、ファイバ（1）62から主信号の受信が可能である。したがって、それらの収容局に配置された光スイッチの予備ファイバへの切り替えは行われ無い。収容局からセンターノード21aへの送信の際はカップラー等の光分岐回路によって2分割された信号のうち予備ファイバである光ファイバ（2）61によってセンターノード21aへと接続される。センターノード21aではセレクタによってファイバ（2）61から受信した信号が選択される。一方、リモートノード24bの下位に接続されている収容局25aにおいては、主信号断となるので、光スイッチ114が予備系に切り替わる。収容局25aからセンターノード21aへの送信については、分岐された光合分波器115の出力のうち、ファイバ（1）64に接続された信号の

みが図中反時計まわりにファイバ（１）64を伝搬してセンターノード21aへ送られる。センターノード21aではもともとファイバ（１）64より受信した信号が選択されているので、セレクトタによる選択信号の変更は行われぬ。すなわち、この２ファイバ単方向リングネットワークはAA'においてケーブル断となった場合は、双方向リングと同様の伝送経路となる。

## 【 0 0 3 8 】

次に、BB'においてケーブル断が起こった場合について説明する。リモートノード24bに接続された収容局25aにおいては、ケーブル断とともに光スイッチ114が予備系に切り替わる。収容局25aからリモートノード24bへの信号が点線で示されたファイバ65b,66bを伝送され、リモートノード24bで予備系のファイバ（２）61,63に接続され、時計周りにファイバ（２）61,63を伝送される。センターノード21aではセレクトタによってファイバ（２）61より受信した信号が選択される。リモートノード22bおよびリモートノード23bに接続された収容局においては、切り替えは生じず、センターノード21aにおいてもセレクトタによる選択信号の変更は行われぬ。

## 【 0 0 3 9 】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電氣的処理は行わぬ。

## 【 0 0 4 0 】

## 〔実施形態－４〕

図8にセンターノード21aを含むネットワーク（１）11b（図3のネットワーク（１）11aに対応）が２ファイバ単方向リングであり、その下位（ネットワーク（４）14b（図3のネットワーク（４）14aに対応））もリング構成である場合について示す。図7のリモートノード24bと同様にリモートノード23b（リモートノード23aに対応）に置かれた同一の光カップラー105bに収容局からの上り信号と下り信号が接続されている点が図3と異なる。また図7との大きな違いはリモートノード23bを含むリングネットワーク（４）14bの中のONU54,55,56に割り当てられた波長の光信号が、そのリングネットワーク内で周回しないよう、光カップラー105bおよび光カップラー106bの入出力端にそれぞれ、リモートノード23b

からセンターノード21aへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光フィルタ301と、センターノード21aからリモートノード23bへの送信に割り当てられた波長のみを透過する光フィルタ302とを有している点である。今までと同様、通常は実線で示された現用ファイバからの信号を選択するよう収容局の光スイッチおよびセンターノードのセレクタが設定されている。

#### 【 0 0 4 1 】

AA'において、光ケーブルが破断した場合の動作について説明する。リモートノード22bの下位に接続される収容局においては、ファイバ（1）62より主信号の受信が可能である。したがって、リモートノード22bの下位の収容局に配置された光スイッチの予備ファイバへの切り替えは行われない。収容局からセンターノード21aへの送信はカップラー等の光分岐回路によって2分割された信号のうち予備ファイバである光ファイバ（2）61によって反時計周りにセンターノード21aへと伝送される。センターノード21aではセレクタによってファイバ（2）61より受信した信号が選択される。一方、リモートノード23bおよびリモートノード24bの下位に接続されている収容局においては、主信号断となるので、光スイッチが予備系に切り替わる。収容局からセンターノードへの送信については、分岐された光合分波器の出力のうち、ファイバ（1）64に接続された信号のみが図中反時計まわりにファイバ（1）64を伝搬してセンターノード21aへ送られる。センターノード21aではもともとファイバ（1）64より受信した信号が選択されているので、セレクタによる選択信号の変更は行われない。すなわち、この2ファイバ単方向リングネットワークはAA'においてケーブル断となった場合は、双方向リングと同様の伝送経路となる。

#### 【 0 0 4 2 】

次に、BB'においてケーブル断が起こった場合について説明する。リモートノード23bに接続された収容局（3）28aは主信号断となることはないので、光スイッチの切り替えは生じない。センターノード21aへの通信は現用ファイバがそのまま使用されるので、センターノード21aの受信部のセレクタによる選択信号の変更は行われない。一方、収容局（2）27aおよび収容局（1）26aにおいては、主信号断となるため、ケーブル断とともに光スイッチ114が予備系に切り替わり、

予備用ファイバからの光信号を受信する。収容局26a,27aからリモートノード23bへの信号は点線で示されたファイバを伝送され、リモートノード23bで光カップラ106bを介して予備系のファイバ(2) 61,63に接続され、時計周りにファイバ(2) 61,63を伝送される。センターノード21aではセクタによってファイバ(2) 61より受信した信号が選択される。リモートノード22bおよびリモートノード24bに接続された収容局においては、切り替えは生じず、センターノード21aにおいてもセクタによる選択信号の変更は行われない。

## 【 0 0 4 3 】

このネットワークにおいても、ファイバ断が発生した場合も含めて、センターノードとONU以外では主信号の電氣的処理は行わない。

## 【 0 0 4 4 】

## 〔実施形態－5〕

図2のリモートノード24aに対応するリモートノード24cにおいて、トランスポンダ121,121,121,121を用いて光電変換を行う場合の実施形態を図9に示す。リモートノード24cにおいては、下位に属するONU51,52,53に対応した波長のみをトランスポンダ121,121,121,121内の光分波器によって分波し、波長ごとに受信し、等化・識別・再生を行って適当な波長を用いて再び送信を行う。また、収容局25aからの送信信号に対しても同様の処理を行い、あらかじめ割り当てられた波長に変換してセンターノード21aへ送出する。光信号の合分波は、AWG等の光合分波器で実現可能である。

## 【 0 0 4 5 】

なお、図9に示す例では、センターノード21aおよびリモートノード24cを含むリングネットワーク内にリモートノード24cと同様に構成されているリモートノード26c,27cが含まれている。また、センターノード21aを含む上位のリングネットワーク内には、センターノード71と、複数のリモートノード72,72,...が含まれている。

## 【 0 0 4 6 】

## 〔実施形態－6〕

図3のリモートノード23aに対応するリモートノード23cにおいて、トランスポ

ンダ121,121,121,121を用いて光電変換を行う場合のもうひとつの実施形態を図10に示す。収容局27aがリング状である以外は図9と同様である。

#### 【0047】

なお、図10に示す例では、センターノード21aおよびリモートノード23cを含むリングネットワーク内にリモートノード23cと同様に構成されているリモートノード22c,23cが含まれている。また、センターノード21aを含む上位のリングネットワーク内には、センターノード71と、複数のリモートノード72,72,...が含まれている。

#### 【0048】

##### 〔実施形態－7〕

図2の収容局25aに対応する収容局25cとONU51,52,53の間の通信手段を無線通信（無線送受信器130,131,132,133）を用いて2重化を図った実施形態を図11に示す。無線によって2重化を図ることで、ONU51,52,53とセンターノード21aを結ぶすべての経路の2重化が安価に実現できる。本図は、2ファイバ単方向リングのみについて示してあるが、本発明の実施形態として述べるすべてのネットワーク構成に適用できる。

#### 【0049】

##### 〔実施形態－8〕

図12に光合分波器115aを収容局25d（図2の収容局25aに対応）でなくユーザー近傍の引き落とし点29に配置した場合の実施形態を示す。本実施形態は、収容局25dから上位のネットワーク構成としては、上記実施形態で述べるすべてのものに適用できる。光合分波器をONUにより近い位置に置くことによって、線路敷設費用の節減が可能となる。

#### 【0050】

##### 〔実施形態－9〕

図15～図17に、収容局が含まれる下位のリングネットワークとその上位のリングネットワークとの両方に属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ2本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択

性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有していて、かつ、リングネットワーク内で用いられる2本の光ファイバのそれぞれを伝搬する波長多重信号がすべて双方向となり、ノード内および収容局では双方向光増幅器を用いることを特徴とする実施形態を示す（請求項14，15に対応）。本図は、センターノード21bが属する上位のリングネットワークにおいて、センターノード21bからリモートノード1504へ情報を伝達する光信号の伝搬方向と、リモートノード1504からセンターノード21bへ情報を伝達する光信号の伝搬方向とが逆の場合、すなわち双方向リングの場合について示す。図15～図17では、図15に現用ファイバ1501,1503,1511,1513,1514,1516,1522,1524について、図16に予備のファイバ1601,1603,1611,1613,1614,1616,1622,1624について示してある。まず、現用ファイバ1501,1503,1511,1513,1514,1516,1522,1524における信号の伝搬について説明する。センターノード21bからリモートノード1504へ信号は反時計周りに伝搬し、リモートノード1504に設置されたファイバカップラー1505により分岐され、収容局1517が属する下位のリングネットワークへと伝搬する。図17に示される収容局1517においては受信した波長多重信号をファイバカップラー1518にて分岐し受信する。ここで、その光カップラー1518の一方は無反射終端1520を行う。収容局1517で分岐された波長多重信号はサーキュレータ1701によって光スイッチ1702へと導かれ、さらにもう一つの光サーキュレータ1705によりスターカップラー1701へと導かれ、そのスターカップラー1701により各ONU1706,1707,1708へと分配される。各ONU1706,1707,1708は自分に割り当てられた波長のみを分波し受信する。本実施形態は、ONU1706,1707,1708が分波機能を有しており、収容局1517あるいはリモートのノード1504にはAWG等の波長選択性を有する分波器をもたず、ONU1706,1707,1708自身は波長分波機能を有していることが大きな特徴である。

#### 【0051】

ここで光サーキュレータ1706,1707,1708は、ポート①より入射した光信号はポート②より出力し、ポート②より入射した光信号はポート③より出力し、さらにポート③より入射した光信号はポート①より出力する光回路である。

#### 【0052】



ONU1706,1707,1708からセンターノード21bへの送信を行う場合はONU1706,1707,1708はあらかじめ定められた波長を用いる点はこれまでの実施形態と同様である。ONU1706,1707,1708から送信された信号はスターカップラー1701で集約されたのち、光サーキュレータ1705、光分岐1704、さらにもう一つの光サーキュレータ1701によって、受信信号を受信した光ファイバに対して受信信号とは逆方向に送出される。

#### 【 0 0 5 3 】

ここで、本実施形態のもう一つの大きな特徴は、収容局1517を結ぶループ状の光ファイバ1514,1516,1522,1524の一方がリモートノード1504内で光無反射終端1509,1510によって開放されていることである。これは、収容局1517が属する下位のリングネットワーク内で光信号が周回することを防ぐためである。

#### 【 0 0 5 4 】

次に、図16に示された予備系の場合は、図15とは逆方向に信号が伝搬する。さらにリモートノード1504におけるループの開放点（光無反射終端1606,1607）の位置も逆となる。収容局1517に配置された光スイッチ1702の動作はこれまでに説明した実施形態と同様である。また、本実施形態では、収容局の構成例として光サーキュレータを用いた場合について示したが、光カップラーを用いてもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

なお、図15～図17において、符号1505,1518,1605,1618は2×2光ファイバカップラーであり、符号1506,1507,1508,1519,1521および1606,1607,1608,1619,1621はそれぞれ双方向光増幅器であり、符号1502,1512はリモートノードであり、符号1515,1523は収容局であり、そして、符号1620は光無反射終端である。また、実線矢印がセンターノードからONUへ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印がONUからセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

#### 【 0 0 5 6 】

また本案実施形態に対応したセンターノード21bの構成例を図18に示す。図18に示すセンターノード21bの構成において、図4に示すセンターノード21aの構

成と同一のものに対しては同一の符号を付けて説明を省略する。図 1 8 に示すセンターノード 21b には、図 1 5 に示す現用ファイバ 1501 を終端する光無反射終端 1801 と、図 1 6 の予備ファイバ 1601 に接続された光サーキュレータ 1802 と、光サーキュレータ 1802 のポート ② に入力を接続された光増幅器 1803 と、光サーキュレータ 1802 のポート ① に出力を接続された光増幅器 1804 と、図 1 6 に示す予備ファイバ 1613 を終端する光無反射終端 1805 と、図 1 5 の現用ファイバ 1513 に接続された光サーキュレータ 1806 と、光サーキュレータ 1806 のポート ③ に入力を接続された光増幅器 1807 と、光サーキュレータ 1802 のポート ① に出力を接続された光増幅器 1808 とが設けられている。この場合、光増幅器 1803 の出力は光分波器 202 の入力へ接続され、光増幅器 1804 の出力は光合波器 212 の出力へ接続され、光増幅器 1807 の出力は光分波器 201 の入力へ接続され、そして、光増幅器 1808 の出力は光合波器 211 の出力へ接続されている。

【 0 0 5 7 】

[実施形態 - 1 0]

図 1 9 ～図 2 0 に、請求項 1 4、1 5 に対応した実施形態を示す。本図はセンターノード 21c が属する上位のリングネットワークにおいて、センターノード 21c からリモートノード 1904 へ情報を伝達する光信号の伝搬方向と、リモートノード 1904 からセンターノード 21c へ情報を伝達する光信号の伝搬方向とが同じ場合、すなわち単方向リングの場合について示す。本図では図 1 9 に現用ファイバについて、図 2 0 に予備のファイバについて示してある。

【 0 0 5 8 】

図 1 5 ～図 1 7 と同様に、実線と破線の矢印を用いてセンターノード 21c からリモートノード # 2 (1904) をへて収容局 2 (1507) に属する ONU へ信号が伝搬する例について示した。図 1 5 ～図 1 7 と異なる点は、上位のリングネットワークにおいては双方向光増幅器が不要となる点と、リモートノード 1904 内で光サーキュレータ 1909, 2009 が用いられている点である。このとき用いられるセンターノードの構成例を図 2 1 に示す。

【 0 0 5 9 】

図 1 9 および図 2 0 において、符号 1905, 2005 は 2 × 2 光ファイバカップラー

であり、符号1907,2007は双方向光増幅器であり、符号1906,1908,2006,2008は（単方向）光増幅器であり、符号1910,2010は光無反射終端であり、符号1906,1908、2006,2008はポート①を光ファイバカップラー1905,2005へ接続するとともに、ポート②とポート③を互いに接続した光サーキュレータである。また、図21において、センターノード21cには、光ファイバ1501に入力が接続され、光分波器202に出力が接続された光増幅器2101と、光ファイバ1601に出力が接続され、光合波器212に入力が接続された光増幅器2102と、光ファイバ1613に入力が接続され、光分波器201に出力が接続された光増幅器2103と、光ファイバ1513に出力が接続され、光合波器211に入力が接続された光増幅器2104とが設けられている。

#### 【 0 0 6 0 】

##### 〔実施形態－11〕

図22に、3階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークにひとつのセンターノードと2つ以上のリモートノードを設け、それらが4本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ4本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、ONUからのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各ONUと収容局の間をそれぞれ1本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電氣的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行うとともに、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて、下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ4本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU自身が波長分波機能を有している実施形態を示す（請求項16、17に対応）。鎖線で囲ったブロック2201a内が現用となる2本のファイバからなる構成であり、ブロック2201b内が予備となる2本のファイバからなる構成である。収容局2206は4本の光ファイバと接続

されている。収容局2206の構成は光カップラー2206iを用いた場合について示したが、図17に示したように光サーキュレータを用いてもよい。本図は、現用／予備の2本ファイバで、ONUへの信号とONUからの信号の伝搬方向が逆方向となる双方向リングの場合について示した。本実施形態の特徴は、リモートノードにおいて収容局をリング状に接続している光ファイバの一端が開放され、そのループ内で信号の周回を防止している点と、リモートノードと収容局では波長選択性を有する光合分波器を用いない点である。送信および受信における波長選択性はONUが具備する。

#### 【0061】

なお、図22において、符号21dはセンターノード、2202,2203,2204はリモートノード、2212a,2213a,2219a,2220aは現用のリング状光ファイバ、2214a,2215a,2217a,2218aは予備のリング状光ファイバ、2212b,2213b,2219b,2220bは予備のリング状光ファイバ、2214b,2215b,2217b,2218bは現用のリング状光ファイバ、2203a,2203bは2×2ファイバカップラー、2203c,2203d,2203e,2203fは光増幅器、2203g,2203h,2203i,2203jはファイバーループの開放点となる光無反射終端、2203k,2203lは2×2ファイバカップラー、2203m,2203n,2203o,2203pは光増幅器、2203q,2203r,2203s,2203tはファイバーループの開放点となる光無反射終端である。符号2205,2206,2207は収容局、2208はスターカップラー、2209,2210,2211はONU、2212,2213は予備の光ファイバ、2206a,2206b,2206j,2206kは2×2ファイバカップラー、2206c,2206d,2206e,2206f,2206l,2206m,2206n,2206oは光増幅器、2206gは光スイッチ、2206hは光合分波器である。また、実線矢印がセンターノードからONUへ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印がONUからセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

#### 【0062】

この実施形態におけるセンターノードの構成例を図23に示す。図23において、センターノード21dには、光ファイバ2215bに入力が接続され、光分波器202に出力が接続された光増幅器2301と、光ファイバ2214bに出力が接続され、光合波器212に入力が接続された光増幅器2302と、光ファイバ2212aに入力が接続され、光分波器201に出力が接続された光増幅器2303と、光ファイバ2213aに出力が接

続され、光合波器211に入力が接続された光増幅器2304とが設けられている。

### 【 0 0 6 3 】

#### 〔実施形態－ 1 2〕

図 2 4 に、3 階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最も上位に位置するネットワークは、少なくともひとつのセンターノードと 2 つ以上のリモートノードを有し、それらが 2 本の光ファイバによって結ばれたリングネットワークであり、中間のネットワークは、その上位のネットワークに属するノードをセンターノードとするリング構成であり、そのリングネットワークに属する収容局がそれぞれ 4 本の光ファイバによって結ばれ、最も下位のネットワークは、光サービスユニット（ONU）からのトラフィックを集約する収容局を中心としたスター構成で、各 ONU と収容局の間をそれぞれ 1 本の光ファイバで直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワークに属するセンターノードと各 ONU がそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎あるいはノードにおいては、電気的処理を一切行わず光信号のまま増幅と分岐あるいはルーティングのみを行う波長多重光ネットワークであって、中間のリングネットワークに属する局舎またはノードにおいて下位のリングネットワークに属する収容局間を結ぶ 4 本のループ状の光ファイバの一方がそれぞれ開放されており、また収容局あるいは上記の局舎またはノードには波長選択性を有する光合分波器をもたず、ONU 自身が波長分波機能を有している波長多重光ネットワークの実施形態を示す（請求項 1 8、1 9 に対応）。鎖線で囲ったブロック 2401a 内が現用となるファイバの構成であり、ブロック 2401b 内が予備となるファイバの構成である。各ブロック 2401a, 2401b において示す収容局には 4 本の光ファイバが接続してある。収容局 2406 の構成は光カップラー 2406i を用いた場合について示したが、図 1 7 に示したように光サーキュレータを用いてもよい。本図は、現用／予備の 2 本ファイバで、ONU への信号と ONU からの信号の伝搬方向が同一方向となる単方向リングの場合について示した。

### 【 0 0 6 4 】

なお、図 2 4 において、符号 21e はセンターノード、2402, 2403, 2404 はリモートノード、2412a, 2418a, 2419a は現用のリング状光ファイバ、2414a, 2217a, 2220a

は予備のリング状光ファイバ、2412b,2418a,2419aは予備のリング状光ファイバ、2414a,2217a,2220aは現用のリング状光ファイバ、2403a,2403bは2×2ファイバカップラー、2403b,2403c,2403g,2403hは光増幅器、2403d,2403e,2403i,2403jはファイバーループの開放点となる光無反射終端、2203k,2203lは2×2ファイバカップラーである。符号2405,2406,2407は収容局、2408はスターカップラー、2409,2410,2411はONU、2412,2413は現用の光ファイバ、2406a,2406b,2406j,2406kは2×2ファイバカップラー、2406c,2406d,2406e,2406f,2406l,2406m,2406n,2406oは光増幅器、2406gは光スイッチ、2406hは光合分波器である。また、実線矢印がセンターノードからONUへ向けて伝送される光信号の方向を示し、波線の矢印がONUからセンターノードへ向けて伝送される光信号の方向を示している。

## 【 0 0 6 5 】

## 〔実施形態－13〕

図26に請求項23に示したネットワークの実施形態の一例を示す。左側に現用として通常用いられる2本のファイバについて示し、右側に予備として用いられる残る2本のファイバについて示す。すなわち、鎖線で囲ったブロック2601a内が現用となる2本のファイバからなる構成であり、ブロック2601b内が予備となる2本のファイバからなる構成である。収容局2606は4本の光ファイバと接続されている。

## 【 0 0 6 6 】

なお、図26において、符号21fはセンターノード、2602,2603,2604はセンターノード21fとともに上位のリングネットワークを構成するリモートノード、2612a,2613a,2614a,2615a,2617a,2618a,2619a,2620aは現用のリング状光ファイバ、2612b,2613b,2614b,2615b,2617b,2618b,2619b,2620bは予備のリング状光ファイバ、2603a,2603bは2×2ファイバカップラー、2603c,2603d,2603e,2603f,2603u,2603vは光増幅器、2603g,2603h,2603i,2603jはファイバーループの開放点となる光無反射終端、2603k,2603lは2×2ファイバカップラー、2603m,2603n,2603o,2603p,2603w,2603xは光増幅器、2603q,2603r,2603s,2603tはファイバーループの開放点となる光無反射終端である。符号2605,2606,2607はリモートノード2603

とともに下位のリングネットワークを構成する収容局、2609,2610,2611はONU、2612,2613は予備の光ファイバ、2606a,2606b,2606j,2606kは2×2ファイバカップラー、2606c,2606d,2606e,2606f,2606l,2606m,2606n,2606o,2606p,2606qは光増幅器、2606gは光分岐、2606hはAWG、2606iは光スイッチである。

#### 【 0 0 6 7 】

本図は、センターノード21fからリモートノード2603を介して、収容局2606に属するONU2609,2610,2611と通信を行う場合について示してある。図26の左側に示した現用のネットワークについて説明する。センターノード21fは収容局2606に属したONU2609,2610,2611に対してある波長を割り当て、ファイバ2613aを用いて上位ネットワーク内の各リモートノード2602,2603,2604に伝送し、各リモートノード2602,2603,2604では光カップラーで送信されたその波長多重信号を分岐する。リモートノード2603を例にとると、リモートノード2603は分岐した信号を下位のリングネットワークに属する各収容局2605,2606,2607に配信する。下位のネットワークに属する各収容局2605,2606,2607では、光カップラーを用いてセンターノード21fから送信された波長多重信号を分岐する。収容局2606を例にとるとカップラー2606aで分岐されたセンターノード21fからの波長多重信号をAWG2606hで分岐し、割り当てられた波長を分離し、ONU2609,2610,2611で受信する。ONU2609,2610,2611は受信した波長と同じ波長を用いてAWG2606hに向けて送信する。ここで、AWG2606hと各ONU2609,2610,2611はそれぞれ2本の光ファイバを用いて接続されており、うち1本は下り信号の受信に用い、他の一本はセンターノードへの上り信号のために用いられる。ただし、このとき各ONU2609,2610,2611に割り当てられた波長が、AWG2606hのとなりあった出力ポートから出力しないように波長を割り当てる。そして、上り信号を伝送する光ファイバはAWG2606hの下り信号出力ポートのとなりのポートにそれぞれ接続される。そうすることで、各ONU2609,2610,2611からの信号が合波され収容局2606からセンターノード21fへと送信される。収容局2606よりセンターノード21fへと送信される信号は、光カップラー2606bを用いて合波されリモートノード2603へと送信される。同様に下位のリングネットワークに属するONUからの上り信号はリモート2603に集約され、光ファイバ2612aを用いてセンターノード2

1fへと送信される。ここで、本実施形態では上位ネットワークにおけるファイバ2613aとファイバ2612aの波長多重信号の伝搬方向が逆方向となっている。

#### 【 0 0 6 8 】

収容局2606では、A W G 2606hへの下り信号入力部に光スイッチ2606iが配置してあるが、これはファイバ断が発生した場合に、予備系に切りかえるためのものである。また、A W G 2606hからの上り信号出力部には、光分岐回路2606gが配置してある。これは現用と予備系の2つのファイバに上り信号を配信するためのものである。現用と予備の信号は前にも述べたようにセンターノード21fにおいて選択される。

#### 【 0 0 6 9 】

本実施形態においても特徴的なのは、ファイバ断が発生した場合も各リモートノードにおいては切り替え等の処理が行われないことと、O N Uとセンターノードの間に位置するノードあるいは局舎において主信号に対して電氣的処理が行われないことである。

#### 【 0 0 7 0 】

##### 〔実施形態－ 1 4 〕

図 2 7 に請求項 2 3 に対する実施形態を示す。図 2 6 との違いは、上位のリングネットワークにおいて上り信号と下り信号が同一方向に伝搬している点である。

#### 【 0 0 7 1 】

なお、図 2 7 において、鎖線で囲ったブロック2701a内が現用となる2本のファイバからなる構成であり、ブロック2701b内が予備となる2本のファイバからなる構成である。収容局2706は4本の光ファイバと接続されている。また、符号21gはセンターノード、2702,2703,2704はセンターノード21gとともに上位のリングネットワークを構成するリモートノード、2712a,2713a,2714a,2715a,2717a,2718a,2719a,2720aは現用のリング状光ファイバ、2712b,2713b,2714b,2715b,2717b,2718b,2719b,2720bは予備のリング状光ファイバ、2703a,2703bは2×2ファイバカップラー、2703c,2703d,2703e,2703f,2703u,2703vは光増幅器、2703g,2703h,2703i,2703jはファイバループの開放点となる光無反射終端、2703k,2703lは



2×2ファイバカップラー、2703m,2703n,2703o,2703p,2703w,2703xは光増幅器、2703q,2703r,2703s,2703tはファイバーループの開放点となる光無反射終端である。符号2705,2706,2707はリモートノード2703とともに下位のリングネットワークを構成する収容局、2709,2710,2711はONU、2712,2713は予備の光ファイバ、2706a,2706b,2706j,2706kは2×2ファイバカップラー、2706c,2706d,2706e,2706f,2706l,2706m,2706n,2706o,2206p,2206qは光増幅器、2706gは光分岐、2706hはAWG、2706iは光スイッチである。

## 【 0 0 7 2 】

## 〔実施形態－15〕

図28に請求項24に対する実施形態を示す。収容局の構成を除けば図26と同様である。図28において、鎖線で囲ったブロック2801a内が現用となる2本のファイバからなる構成であり、ブロック2801b内が予備となる2本のファイバからなる構成である。収容局2806は4本の光ファイバと接続されている。また、符号21hはセンターノード、2802,2803,2804はセンターノード21hとともに上位のリングネットワークを構成するリモートノード、2812a,2813a,2814a,2815a,2817a,2818a,2819a,2820aは現用のリング状光ファイバ、2812b,2813b,2814b,2815b,2817b,2818b,2819b,2820bは予備のリング状光ファイバ、2803a,2803bは2×2ファイバカップラー、2803c,2803d,2803e,2803f,2803u,2803vは光増幅器、2803g,2803h,2803i,2803jはファイバーループの開放点となる光無反射終端、2803k,2803lは2×2ファイバカップラー、2803m,2803n,2803o,2803p,2803w,2803xは光増幅器、2803q,2803r,2803s,2803tはファイバーループの開放点となる光無反射終端である。符号2805,2806,2807はリモートノード2803とともに下位のリングネットワークを構成する収容局、2809,2810,2811はONU、2812,2813は予備の光ファイバ、2806a,2806b,2806j,2806kは2×2ファイバカップラー、2806c,2806d,2806e,2806f,2806l,2806m,2806n,2806o,2206p,2206qは光増幅器、2806gは光スイッチ、2806hは光カップラー、2806iは光カップラー、2806l,2806mはスターカップラーである。

## 【 0 0 7 3 】

本実施形態は、収容局に属するONUに信号を分配する際に、あるいはONU

からの信号を集約する際に波長依存性のないスターカップラーを用いている点がひとつの特徴である。したがって、収容局によってONUの数にばらつきがある場合に有利である。また、本実施形態におけるONUは、波長選択機能を有することが必要となる。本実施形態においても、ファイバ断が発生した場合各リモートノードにおいては切り替え等の処理が行われないことと、ONUとセンターノードの間に位置するノードあるいは局舎において主信号に対して電氣的処理が行われない利点を有している。

【0074】

上記各実施形態によれば、ONUを用いた大容量光アクセスサービスを行う初期投資削減が可能となる。また、ONU増設の際にもセンターノードのみに伝送装置の増設を行えばよく、拡張性のよいネットワークが構築できる。

【0075】

【発明の効果】

本発明によれば、最上位のネットワークに属するセンターノードと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在する局舎又はノードにおいては、電氣的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行うようにしたので、より簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことができる波長多重光ネットワークを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の各実施形態における波長多重光ネットワークの全体構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の実施形態1の構成を示すブロック図。

【図3】 本発明の実施形態2の構成を示すブロック図。

【図4】 図1および図2に示すセンターノード21aの構成例を示すブロック図。

【図5】 図1および図2に示すセンターノード21aの他の構成例を示すブロック図。

【図6】 図1および図2に示すセンターノード21aの別の構成例を示すブロック図。

【図 7】 本発明の実施形態 3 の構成を示すブロック図。

【図 8】 本発明の実施形態 4 の構成を示すブロック図。

【図 9】 本発明の実施形態 5 の構成を示すブロック図。

【図 1 0】 本発明の実施形態 6 の構成を示すブロック図。

【図 1 1】 本発明の実施形態 7 の構成を示すブロック図。

【図 1 2】 本発明の実施形態 8 の構成を示すブロック図。

【図 1 3】 各図に示す光合分波器115をAWGとして構成する場合を説明するためのブロック図。

【図 1 4】 図 1 3 に示すAWG115の波長と入出力ポートの関係の一例を示す図（表 1）。

【図 1 5】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。

【図 1 6】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。

【図 1 7】 本発明の実施形態 9 の構成を示すブロック図。

【図 1 8】 図 1 5～図 1 7 のセンターノード21bの構成を示すブロック図

。

【図 1 9】 本発明の実施形態 1 0 の構成を示すブロック図。

【図 2 0】 本発明の実施形態 1 0 の構成を示すブロック図。

【図 2 1】 図 1 9～図 2 0 のセンターノード21cの構成を示すブロック図

。

【図 2 2】 本発明の実施形態 1 1 の構成を示すブロック図。

【図 2 3】 図 2 2 のセンターノード21dの構成を示すブロック図。

【図 2 4】 本発明の実施形態 1 2 の構成を示すブロック図。

【図 2 5】 従来の波長多重光ネットワークの構成例を示すブロック図。

【図 2 6】 本発明の実施形態 1 3 の構成を示すブロック図。

【図 2 7】 本発明の実施形態 1 4 の構成を示すブロック図。

【図 2 8】 本発明の実施形態 1 5 の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

11a, 12a, 13a, 14a, 15a…ネットワーク

21a,21b,21c,21d,21e,21f,21g,21h…センターノード

22a, 23a, 24a, 25a, 26a, 27a, 28a, 22b, 23b, 24b, 22c, 23c, 24c…リモートノード（収容局）

51, 52, 53, 54, 55, 56…ONU

101, 102, 103, 104, 111…光増幅器

105, 106, 105b, 106b…光カップラー

113…光分岐

114…光スイッチ

115…光合分波器（AWG）

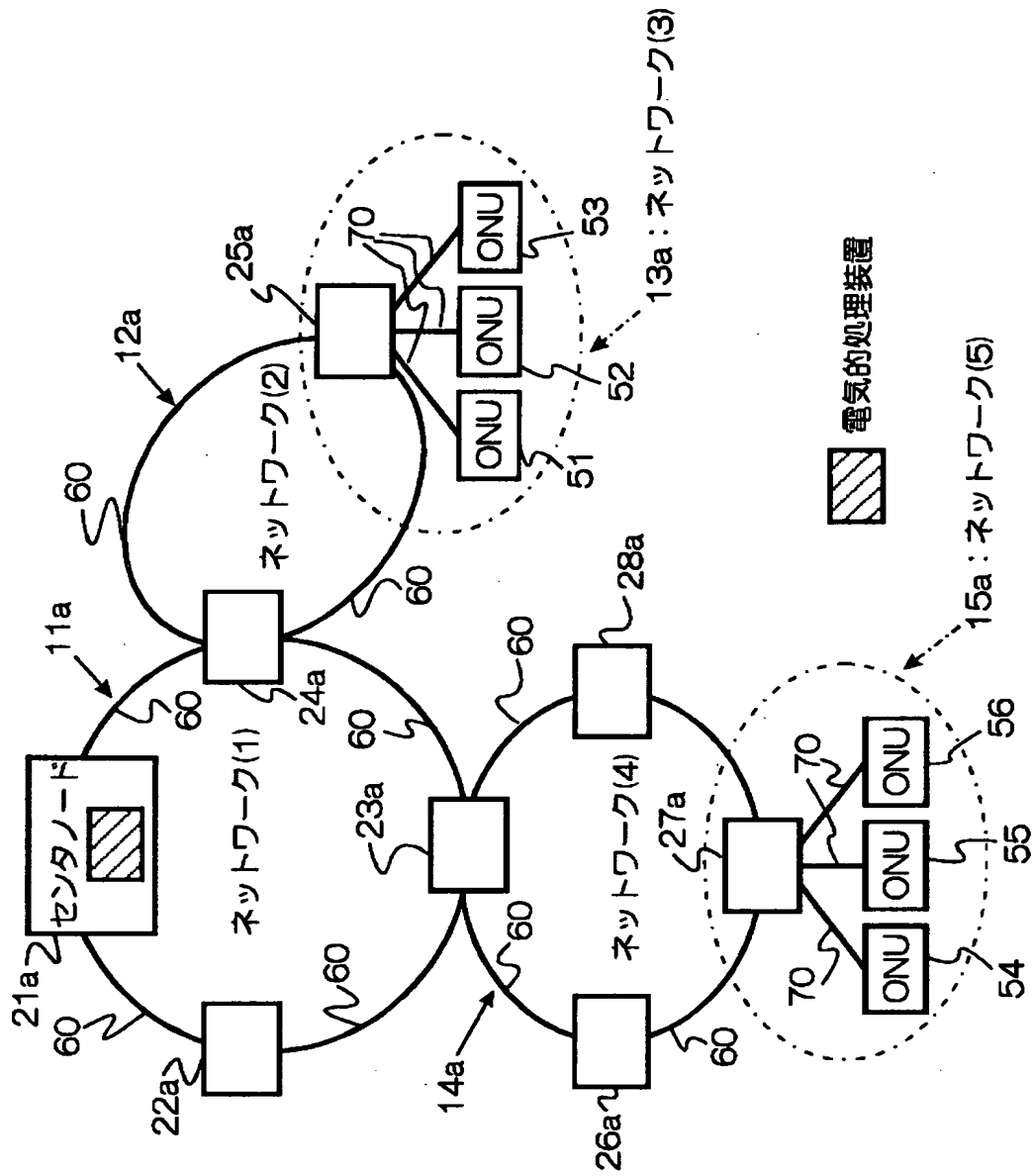
121…トランスポンダー（光受信器／送信器）

130, 131, 132, 133…無線送受信器

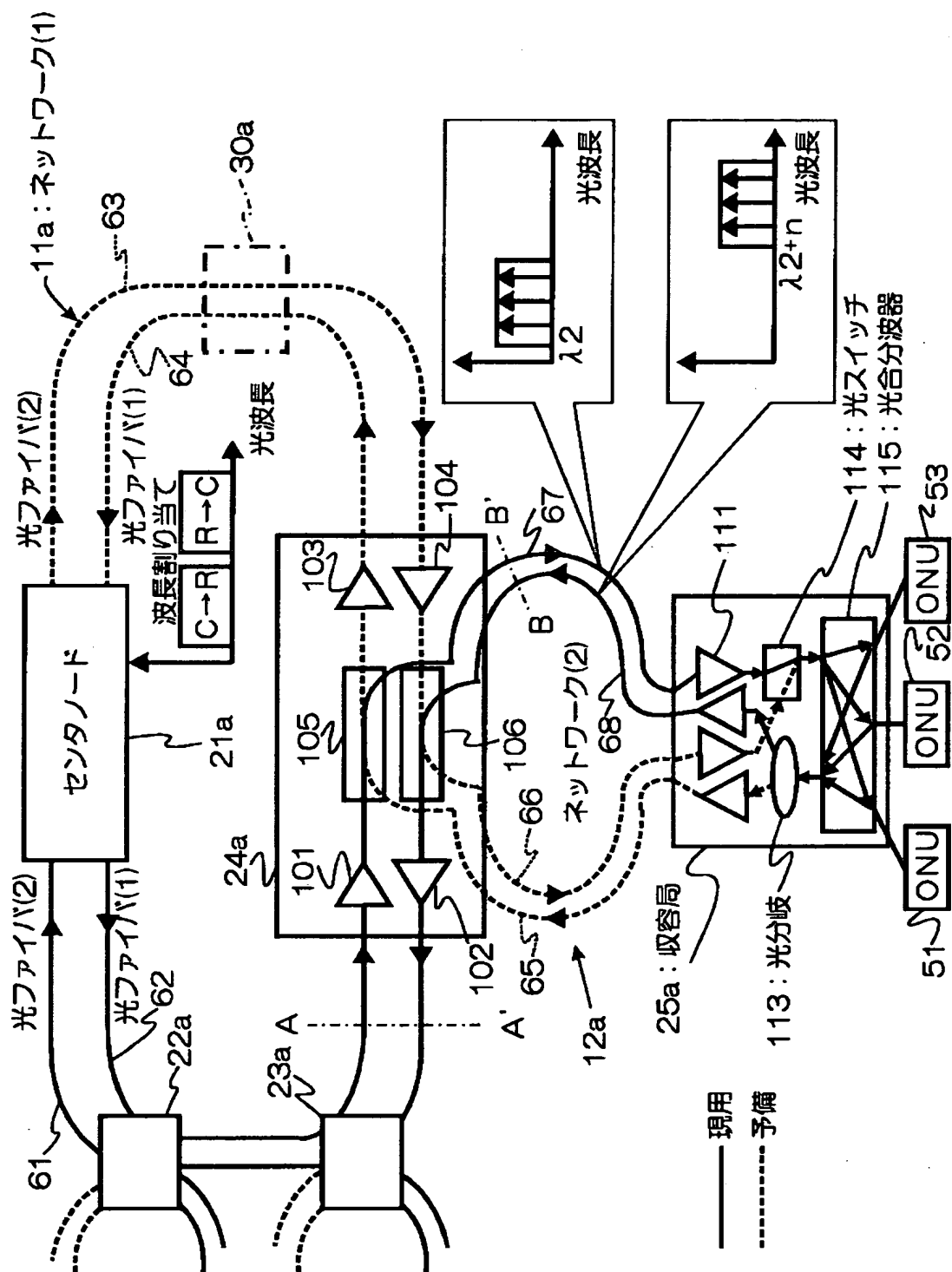
【書類名】

図面

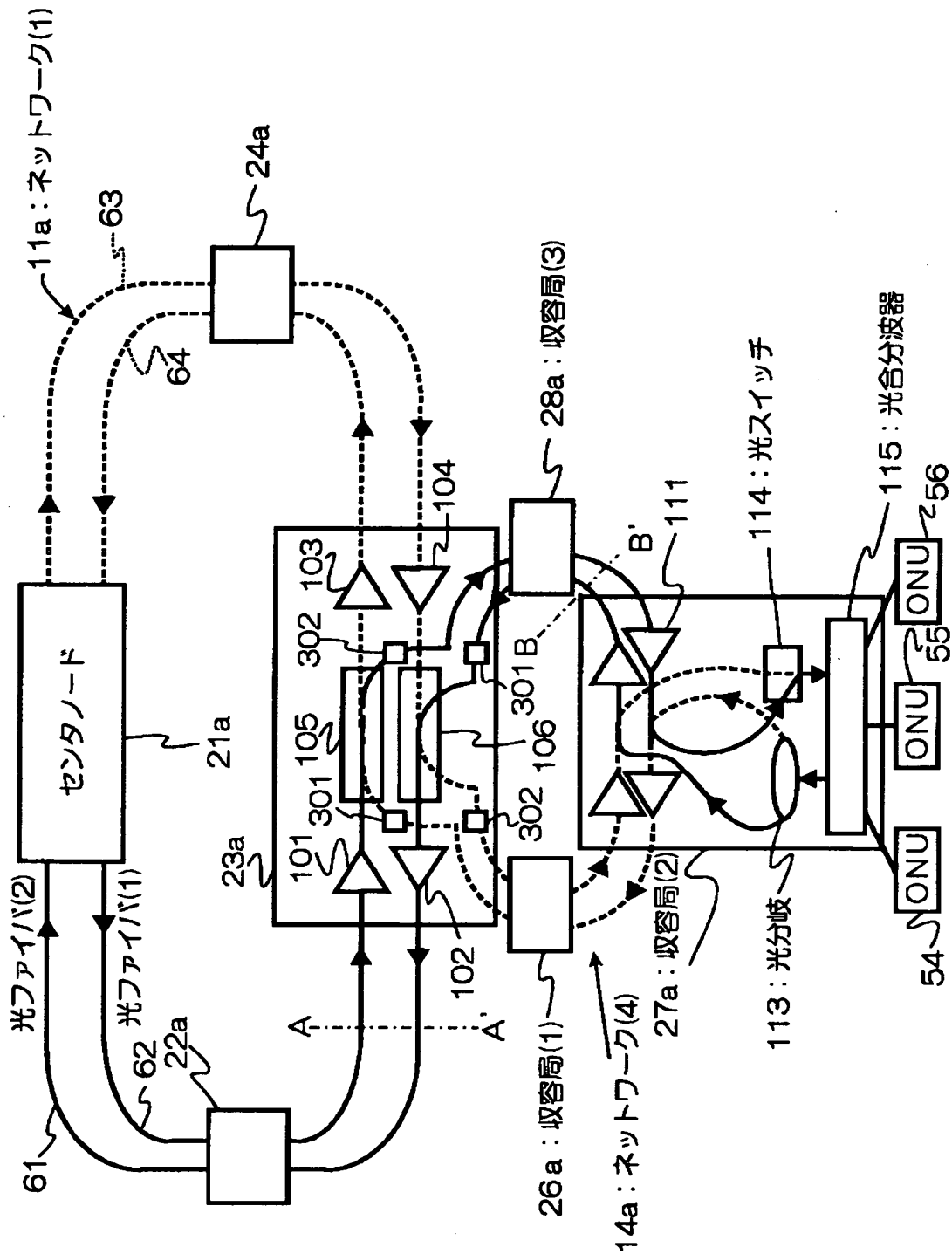
【図 1】



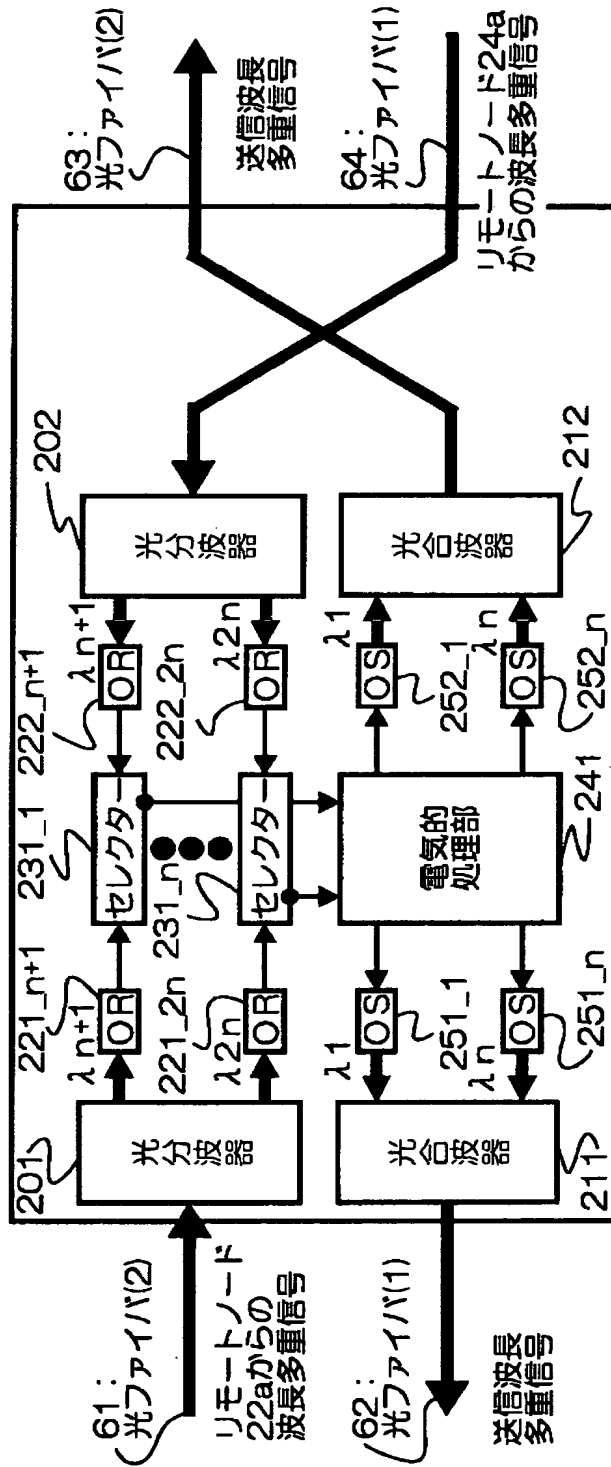
【図 2】



【図 3】



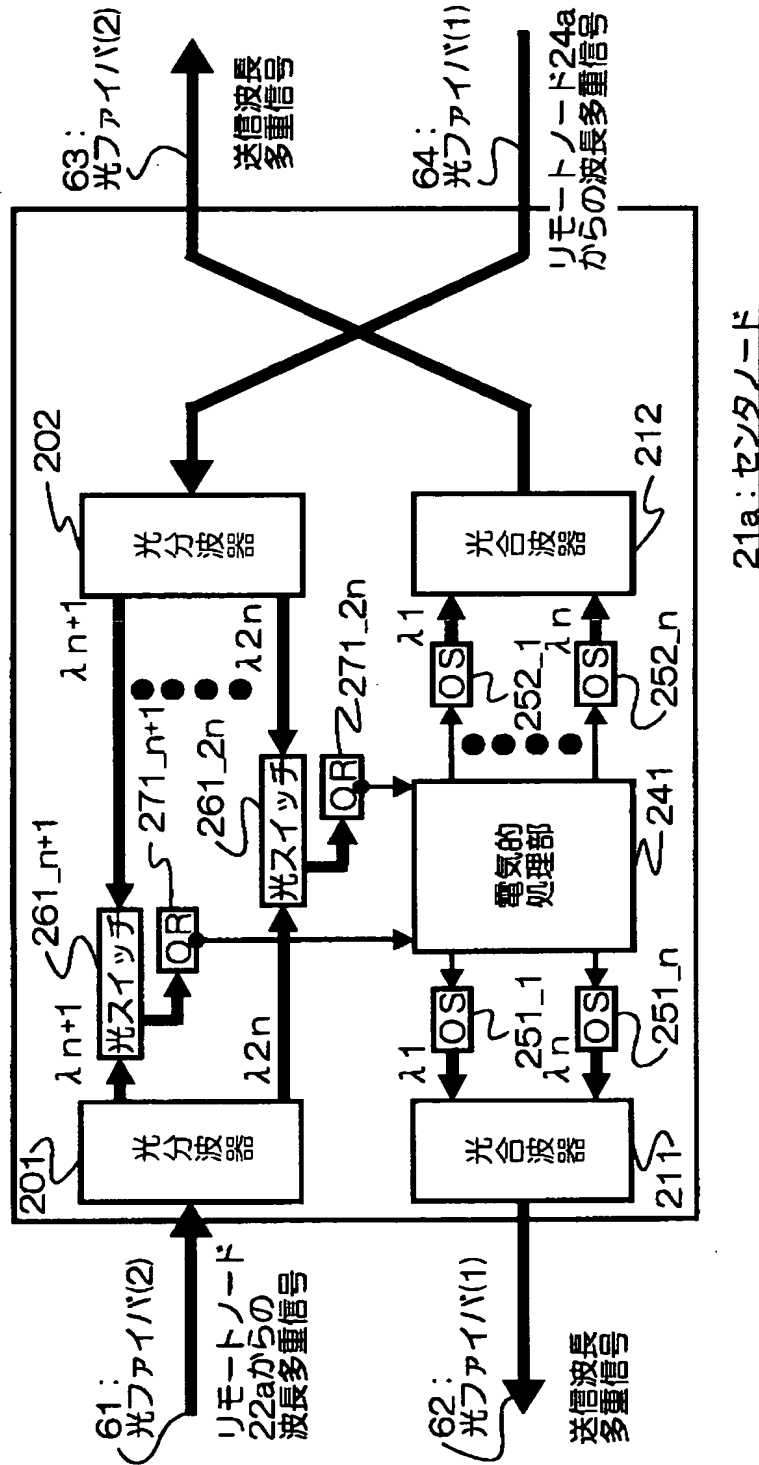
【図 4】



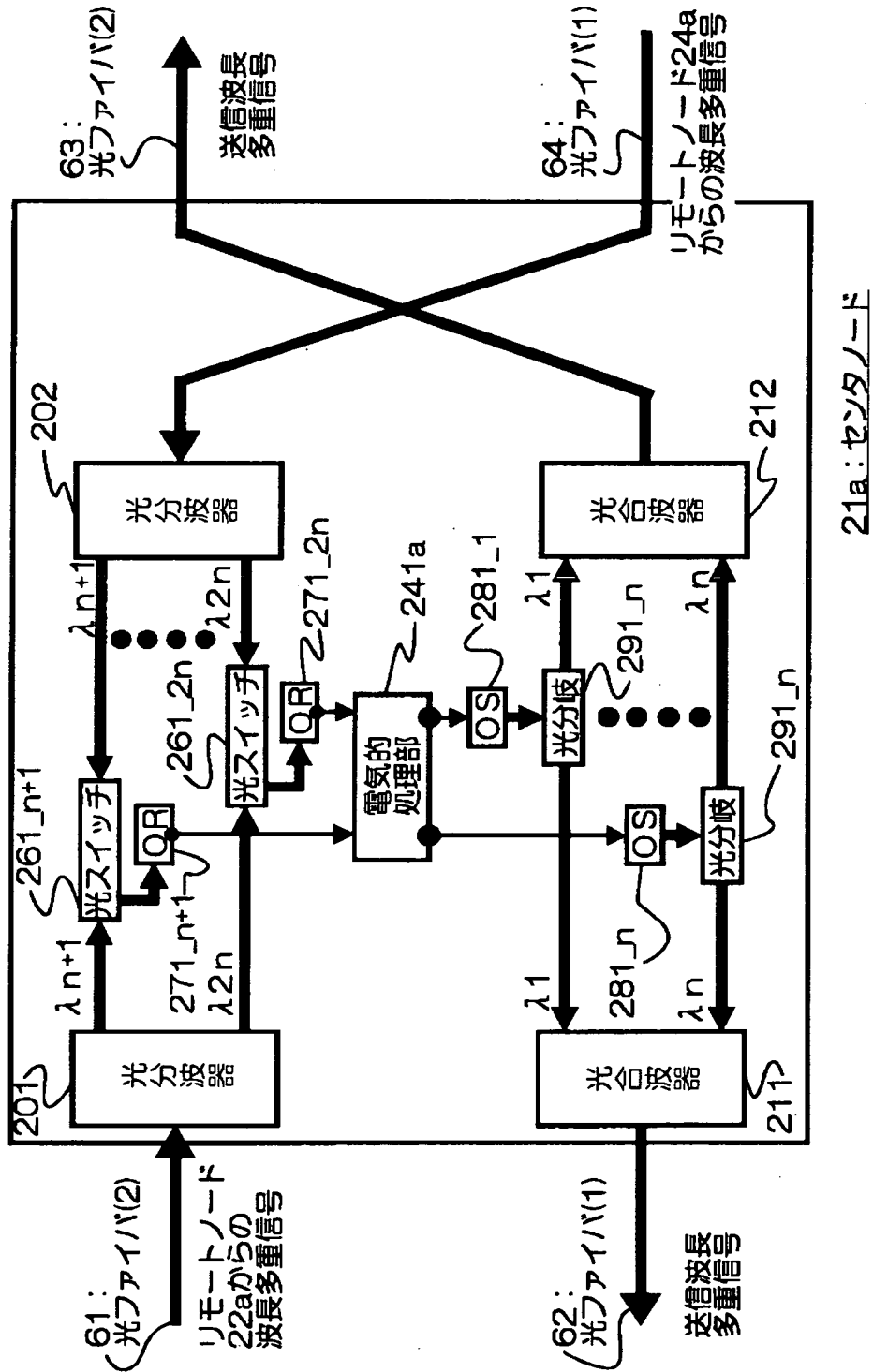
21a: センタノード



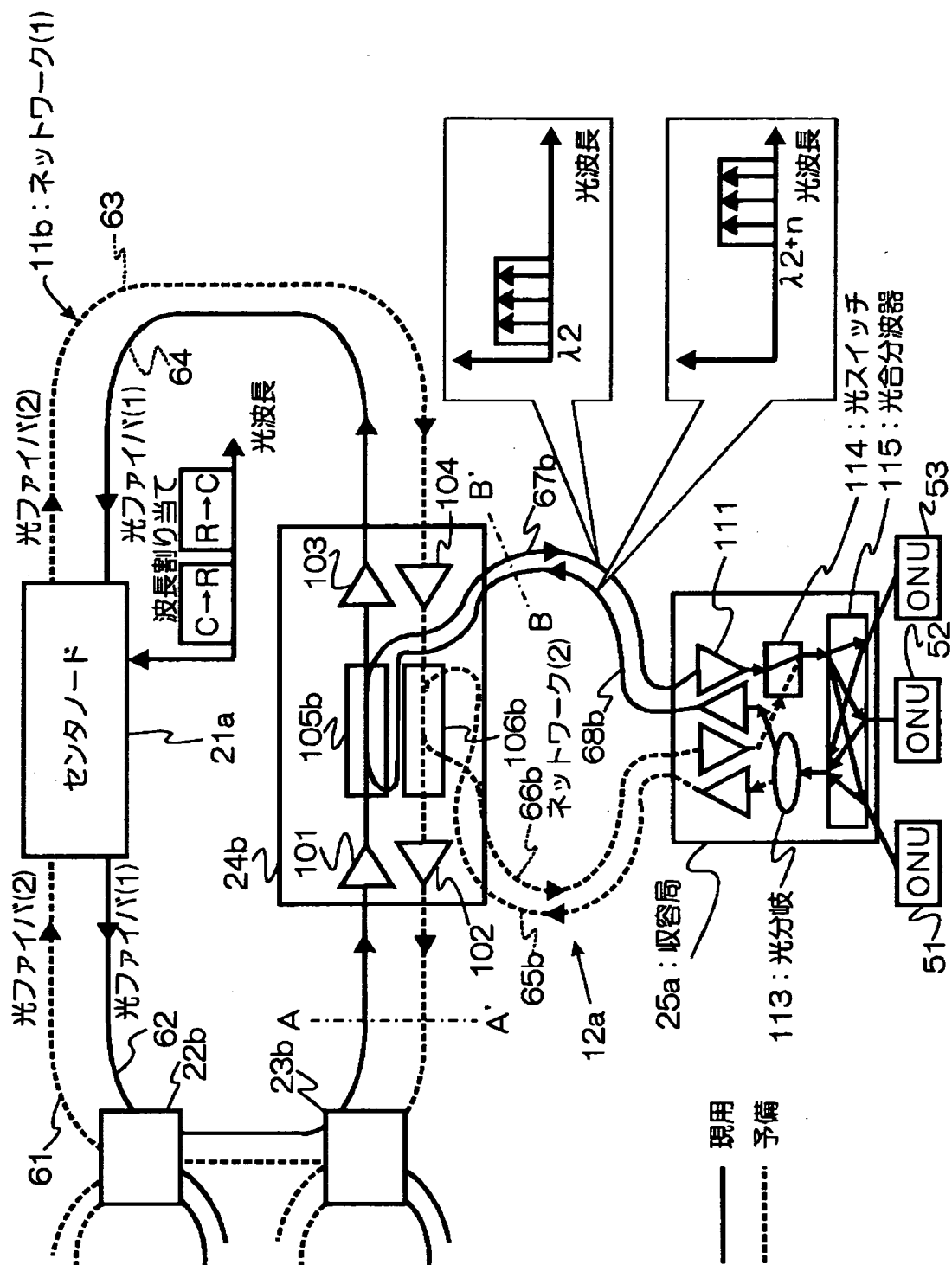
【図 5】



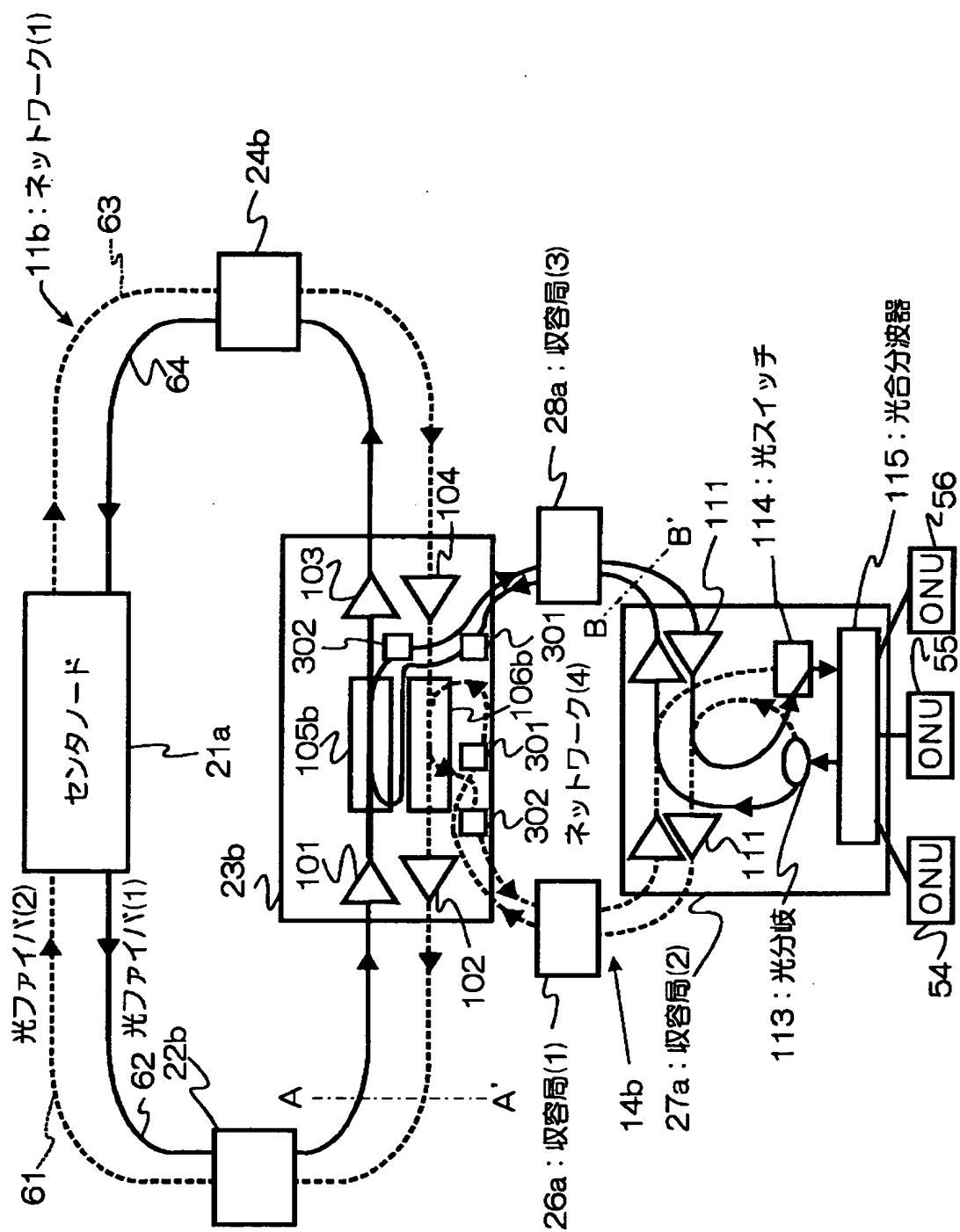
【図 6】



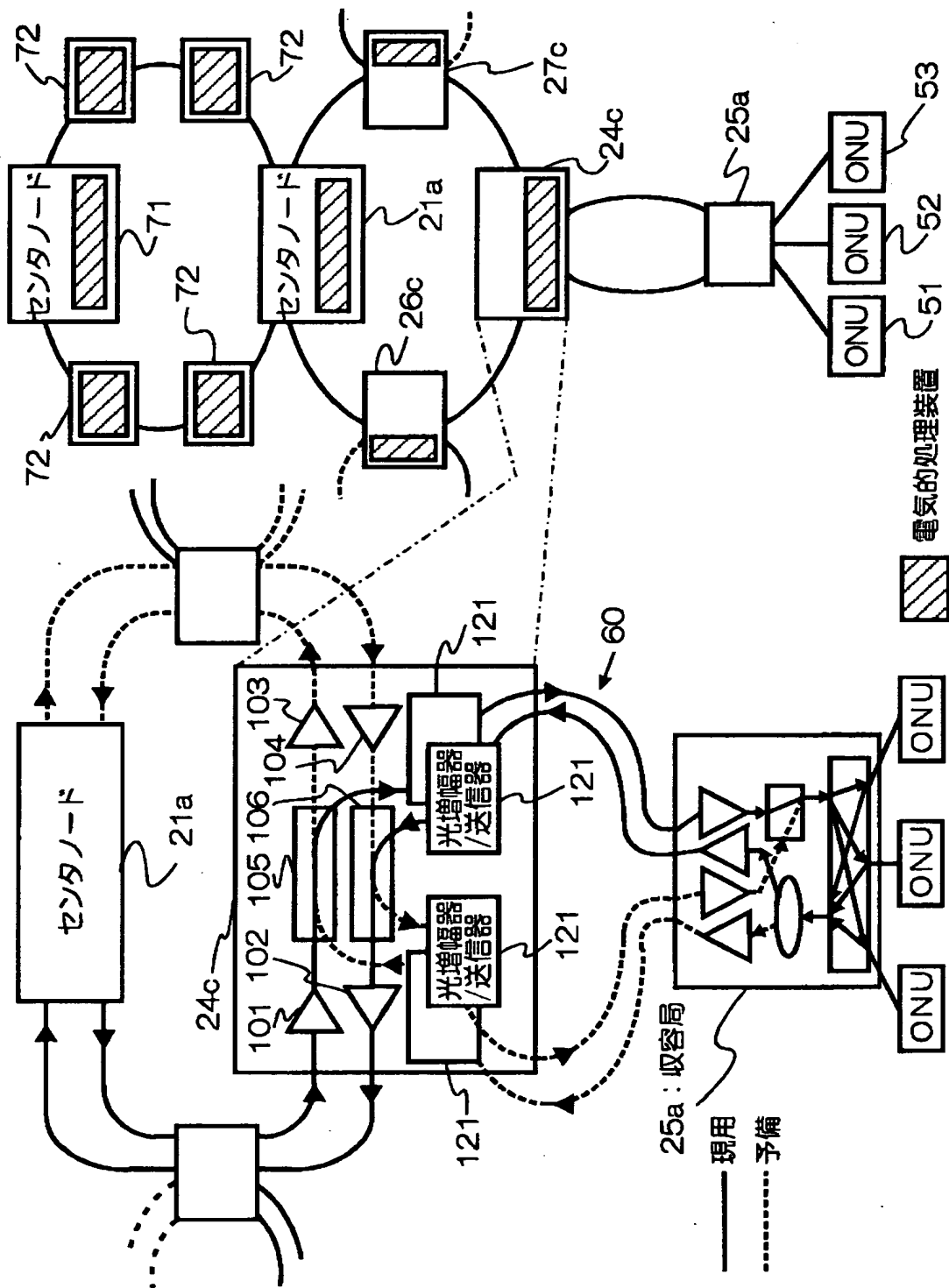
【図 7】



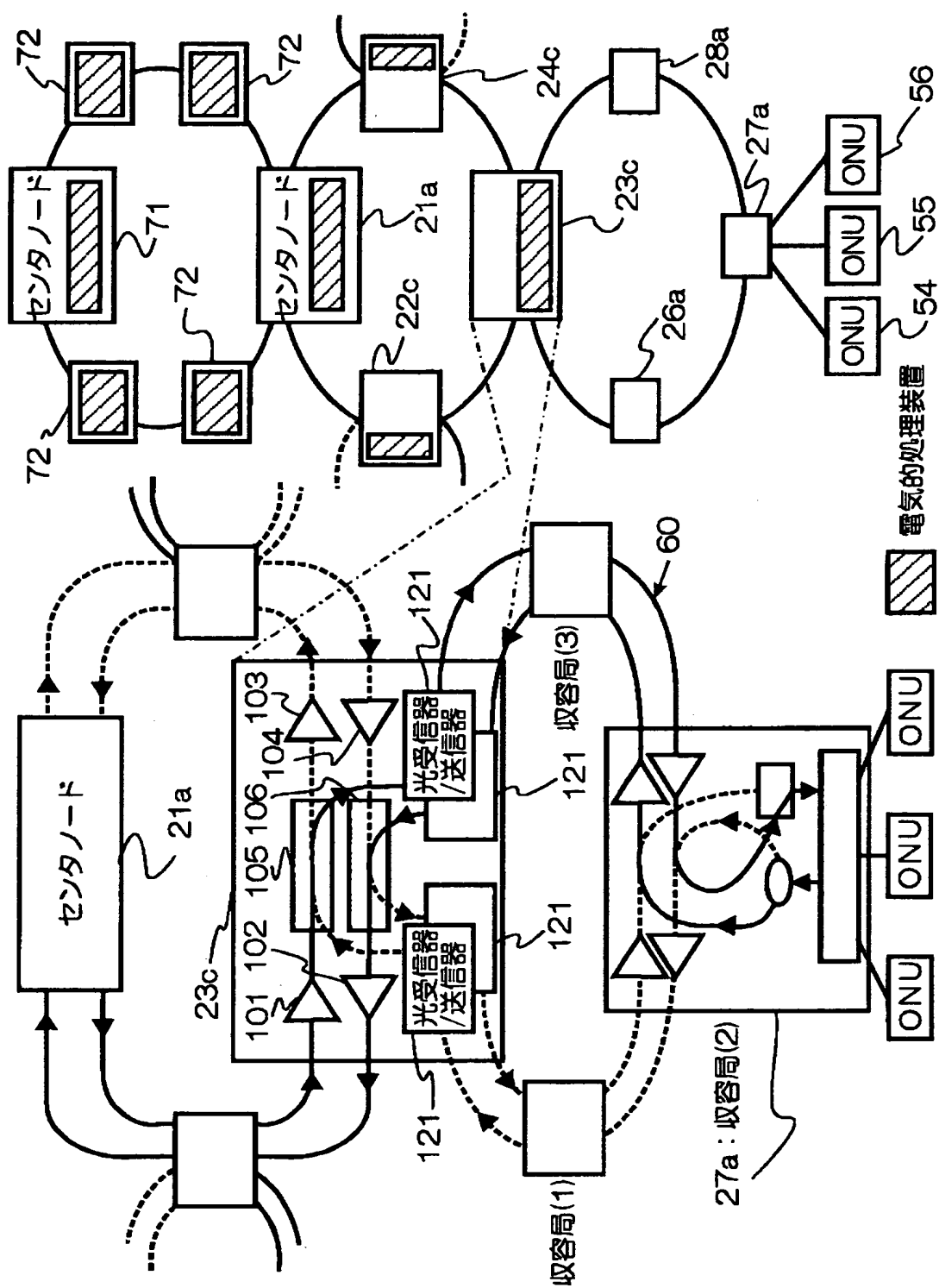
【圖 8】



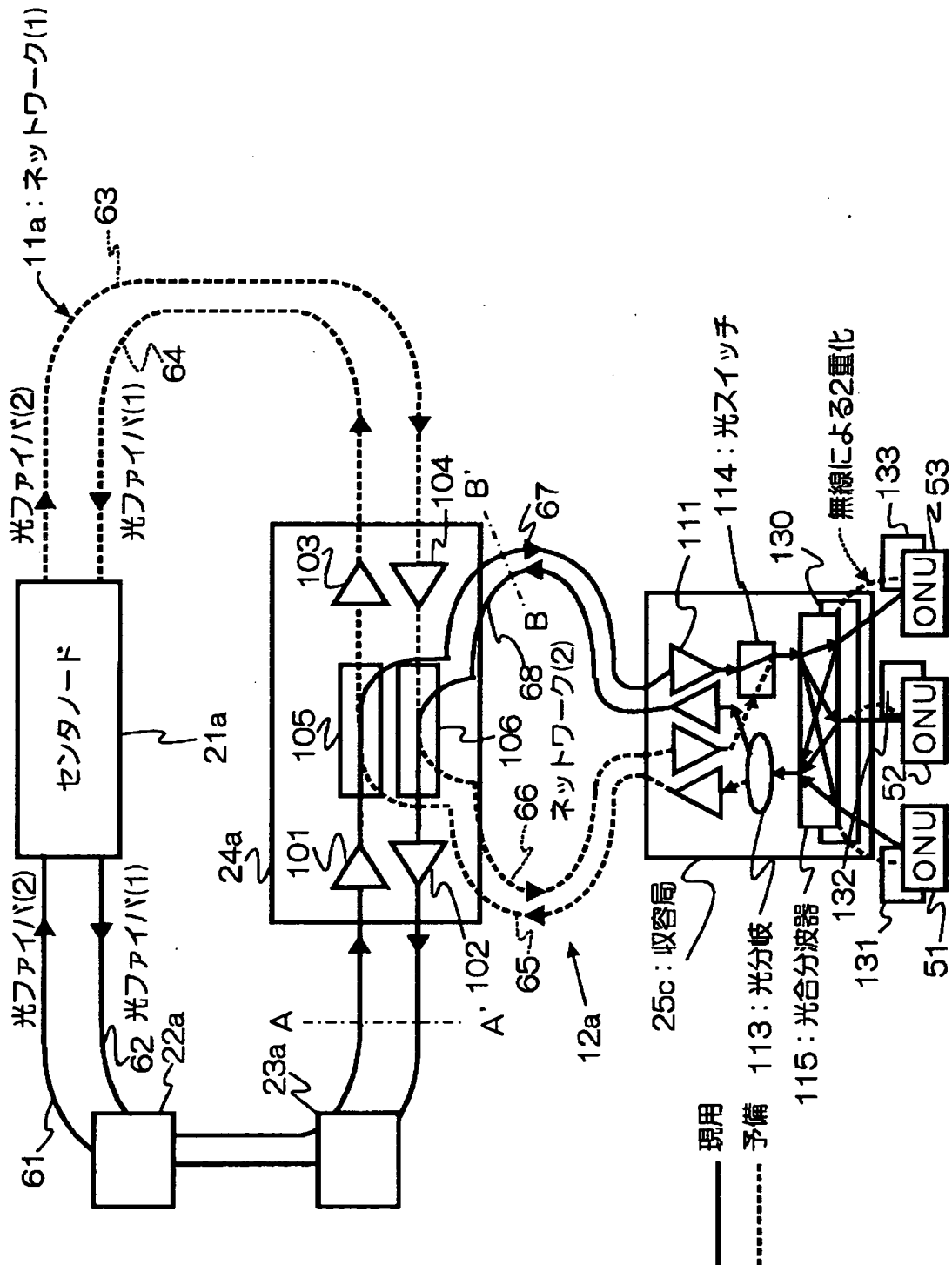
【图9】



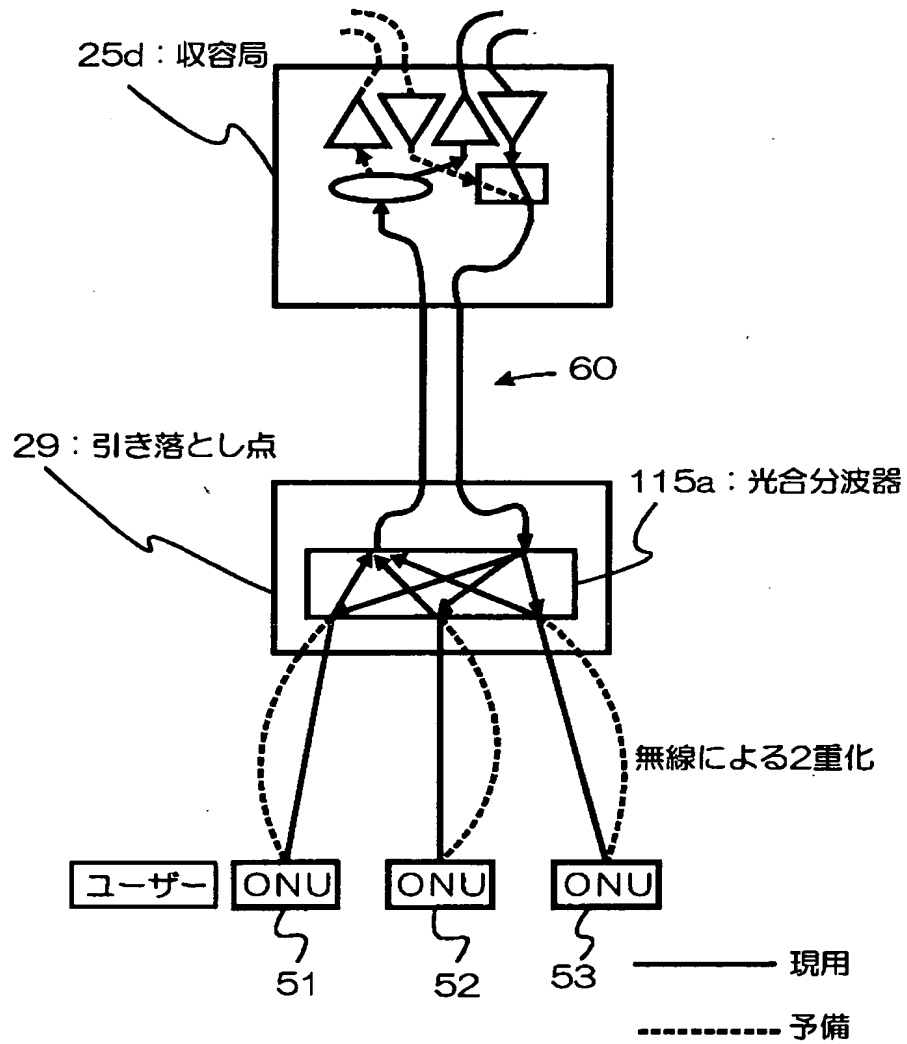
【図 10】



【図 1 1】

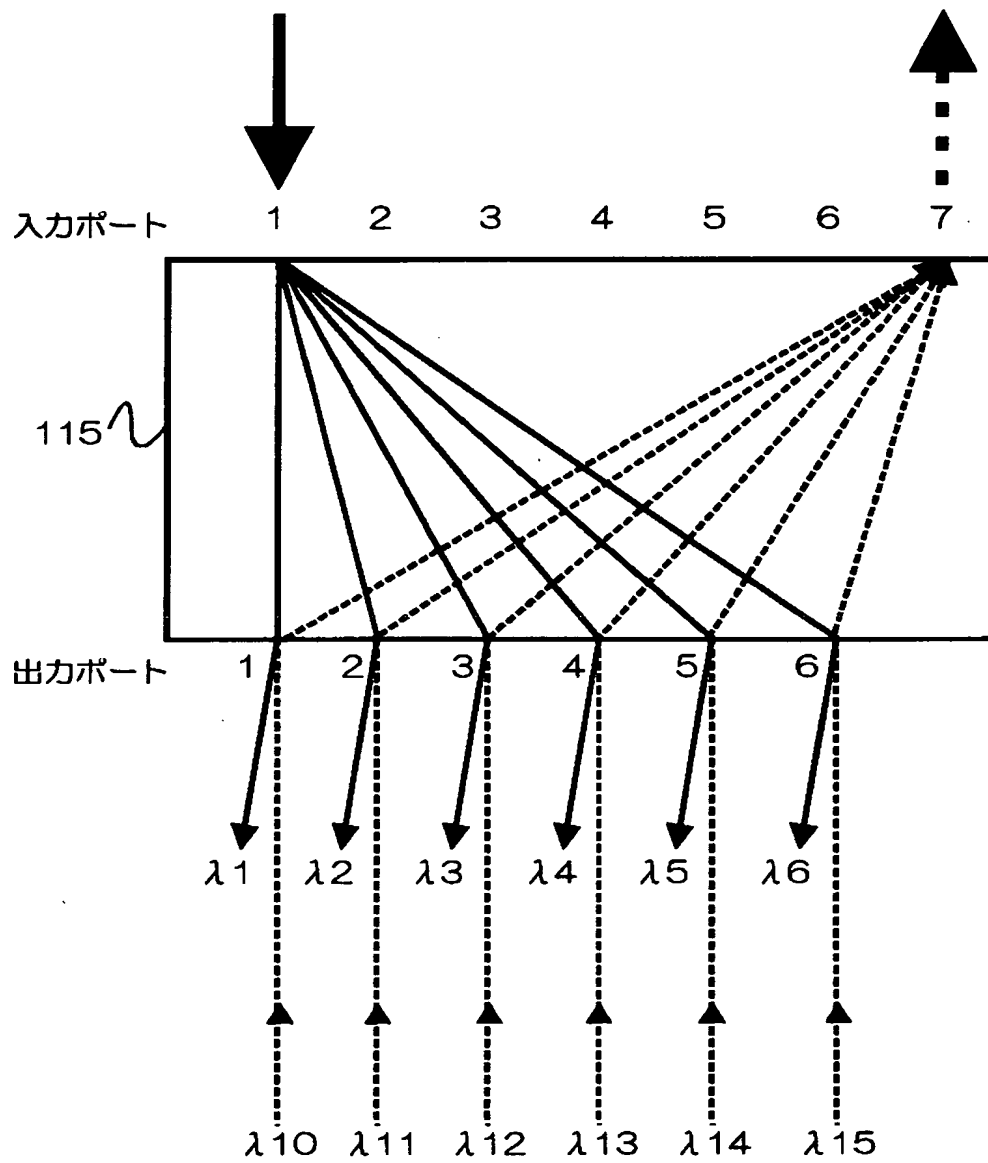


【図 1 2】





【図 1 3】



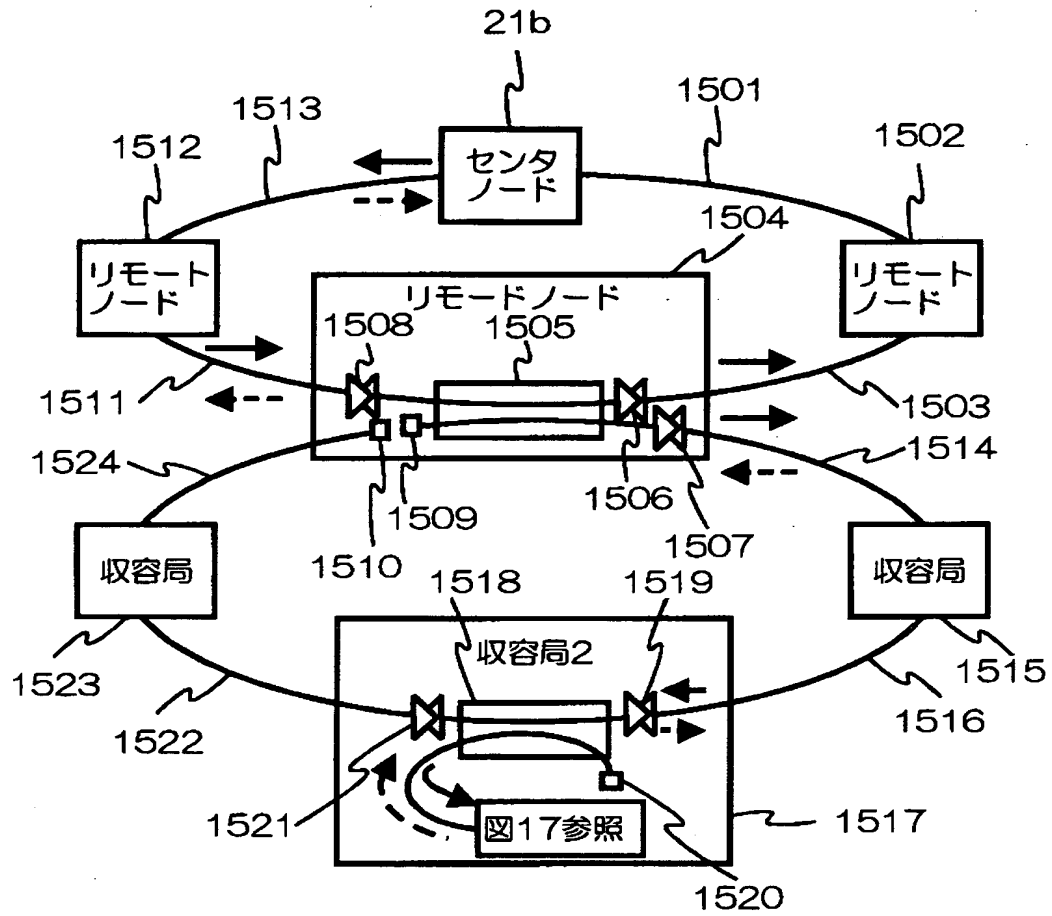
【図 14】

表1 AWGの波長に対する入出力ポートの関係の一例

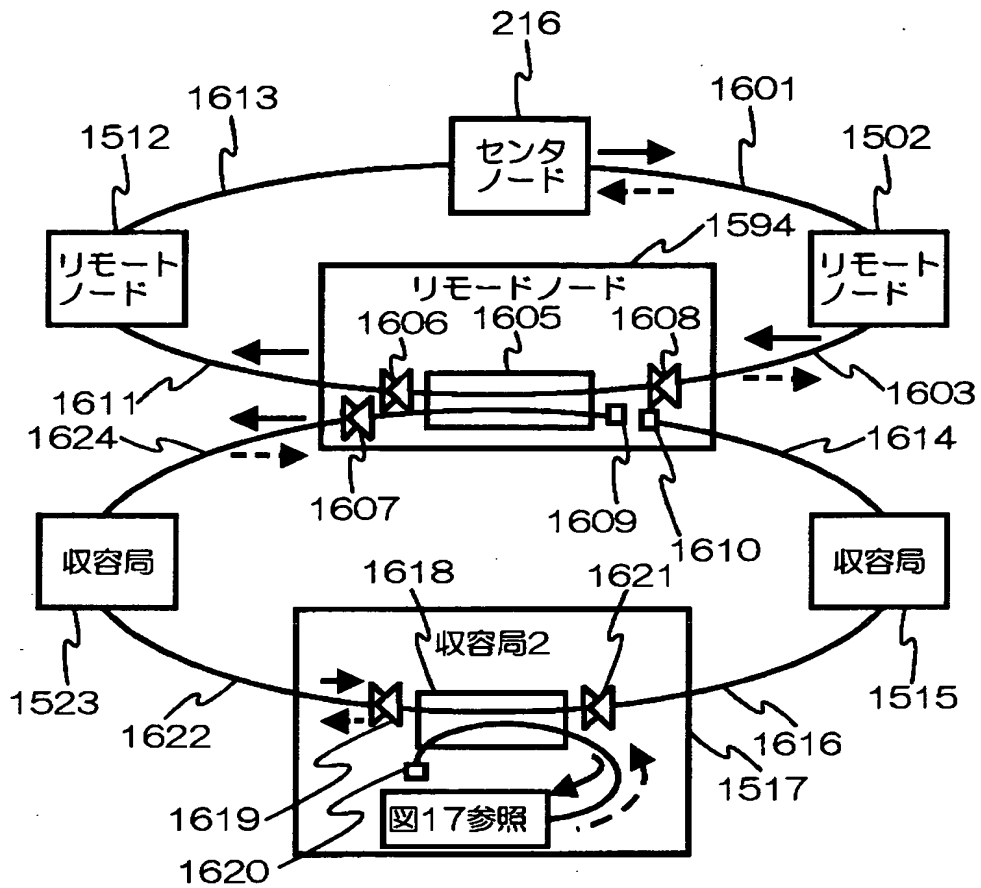
出力ポート									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$	$\lambda 9$
2	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
3	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$
4	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
5	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
6	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
7	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$
8	$\lambda 9$	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$	$\lambda 2$
9	$\lambda 8$	$\lambda 9$	$\lambda 10$	$\lambda 11$	$\lambda 12$	$\lambda 13$	$\lambda 14$	$\lambda 15$	$\lambda 1$

入力ポート									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

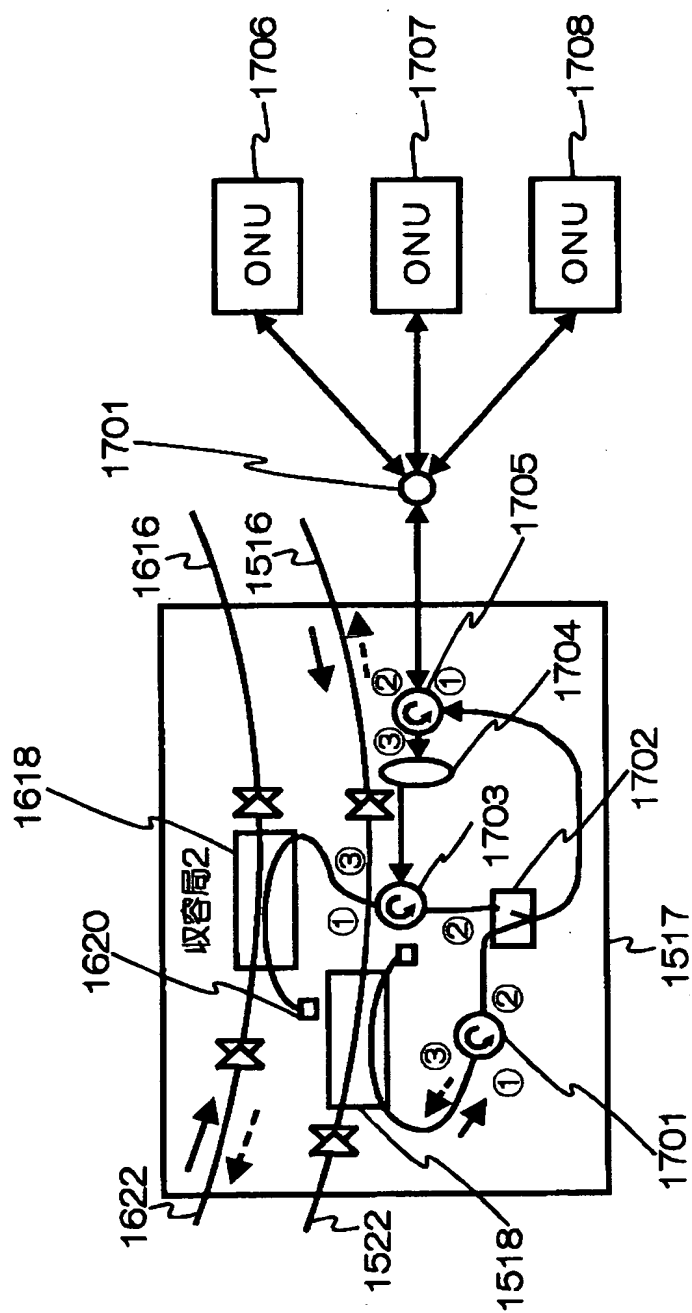
【図 1 5】



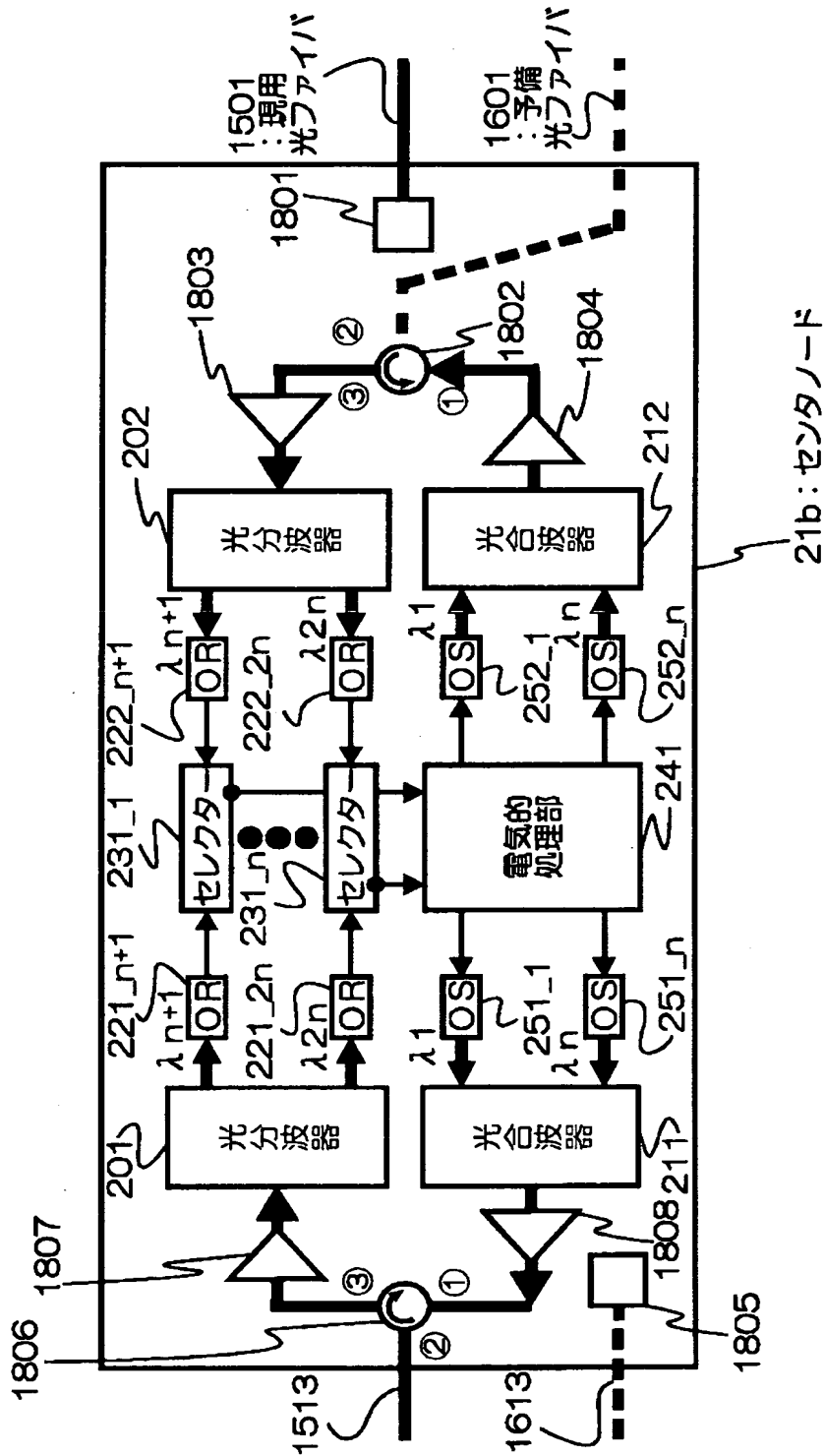
【図16】



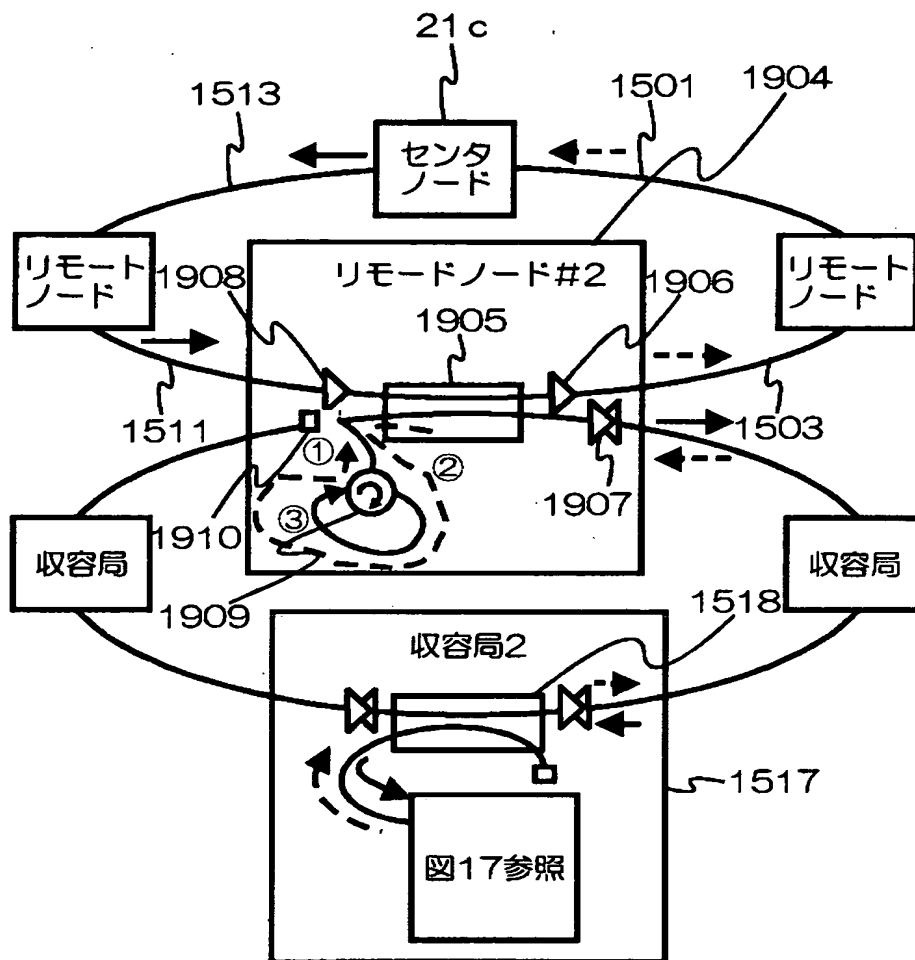
【図 17】



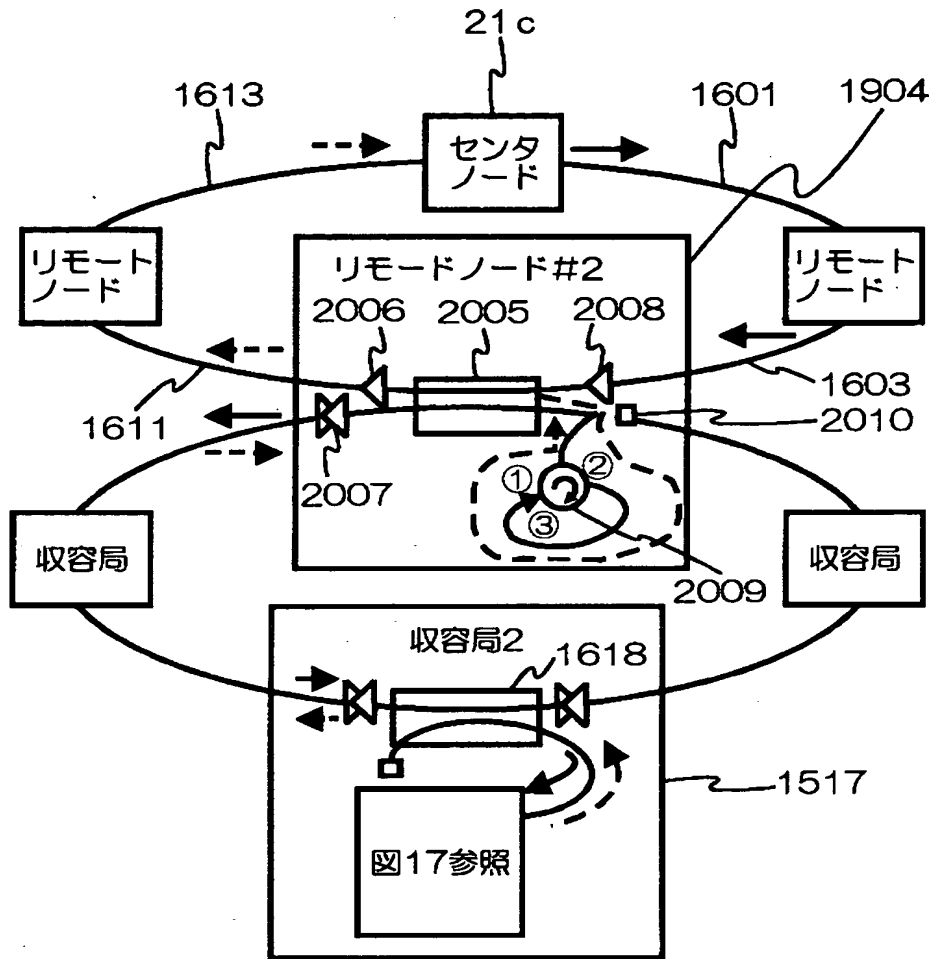
【図 18】



【図 19】

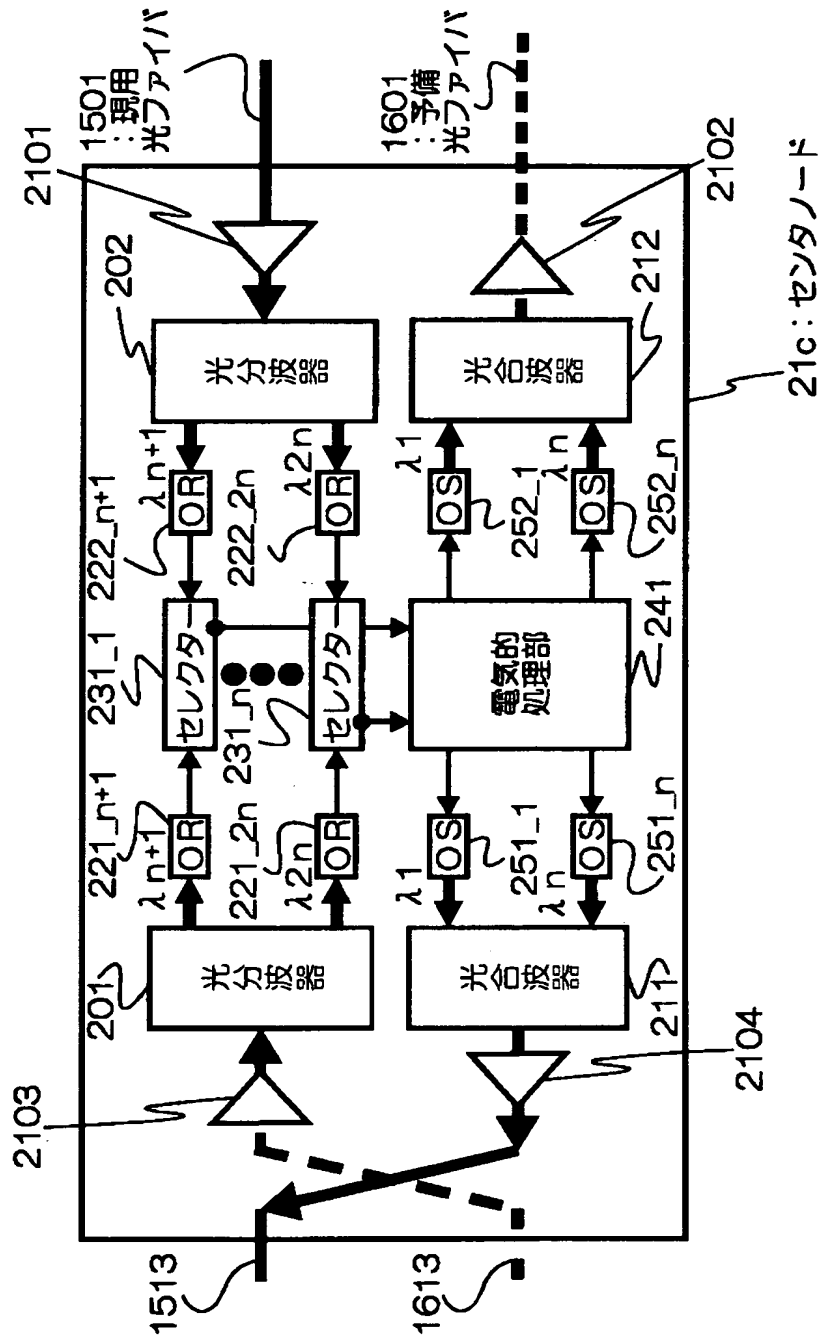


【図20】

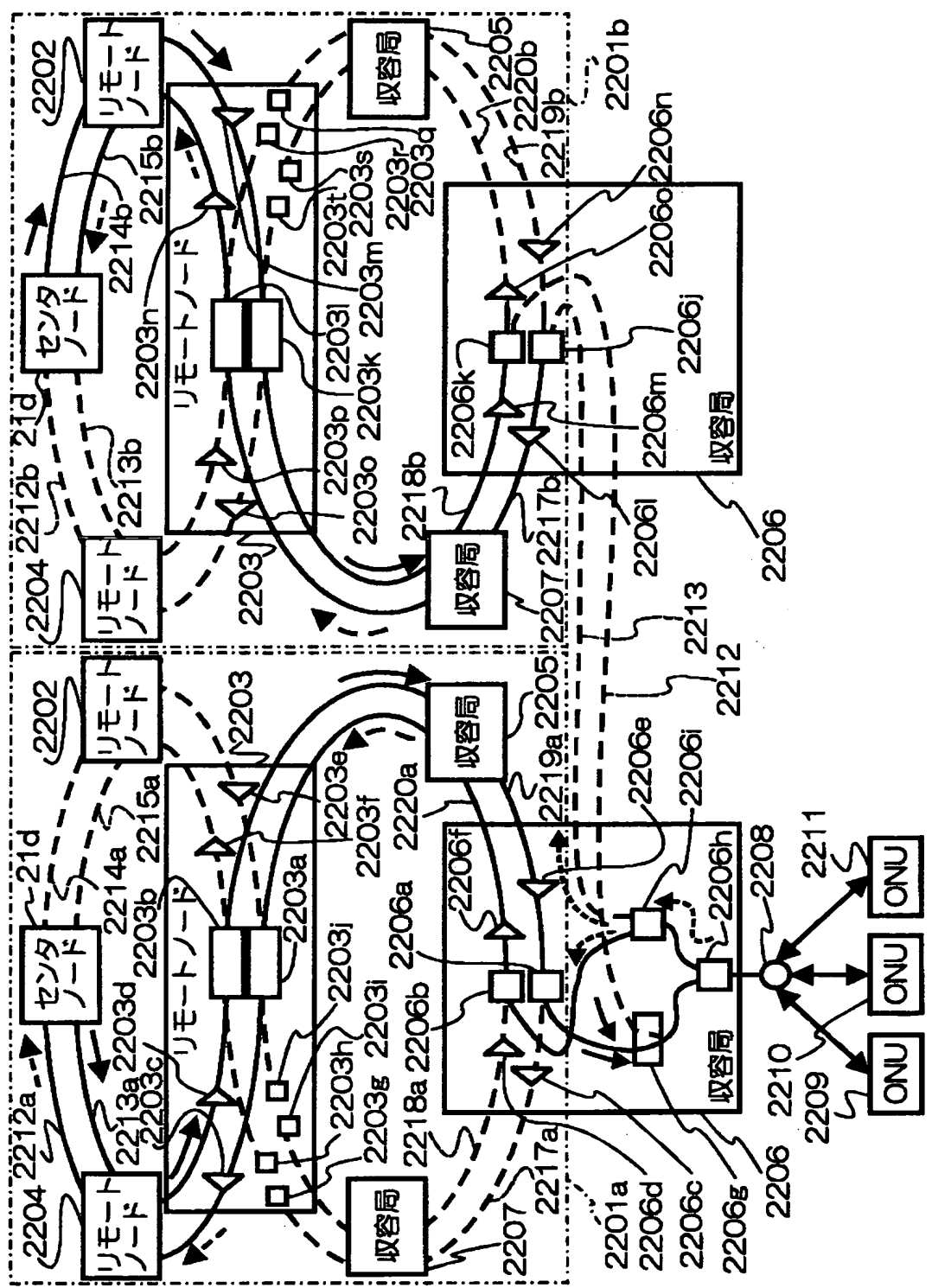




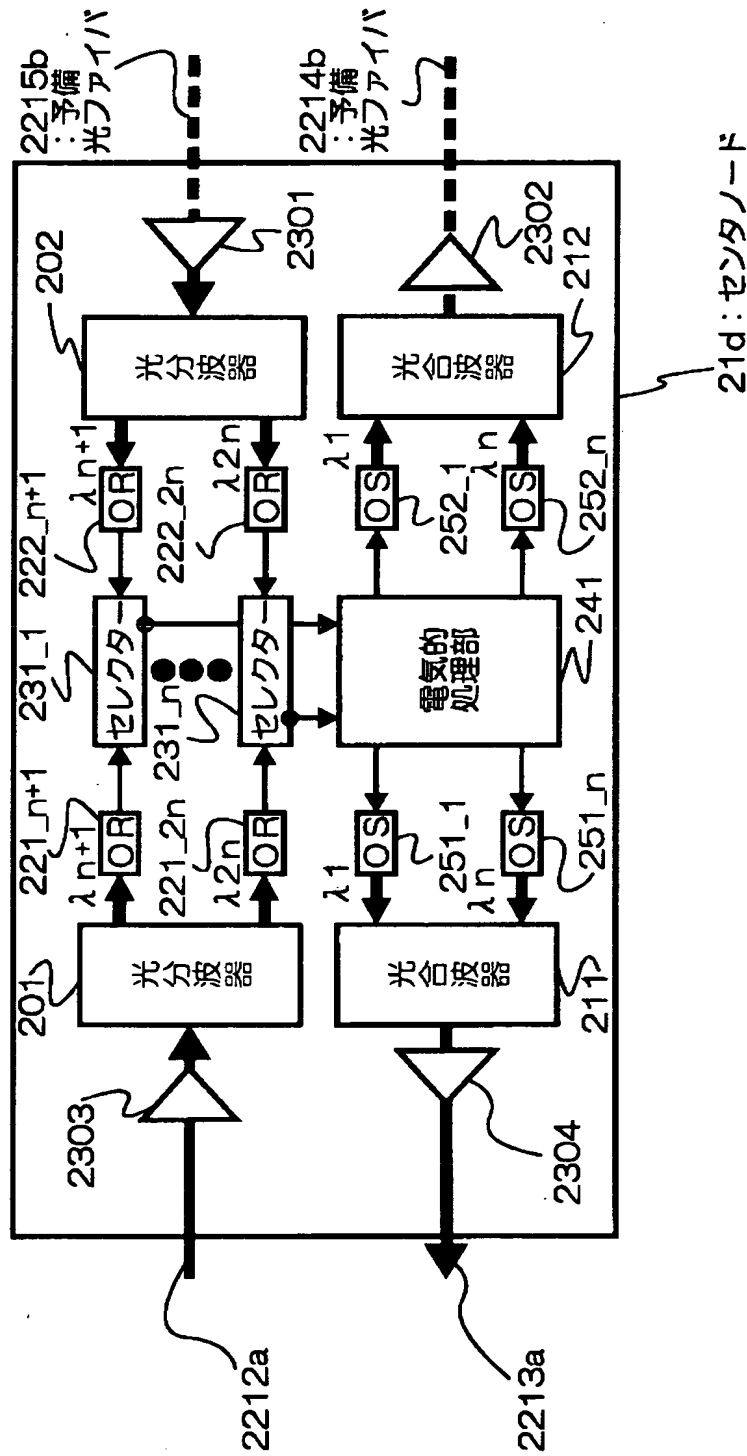
【図 21】



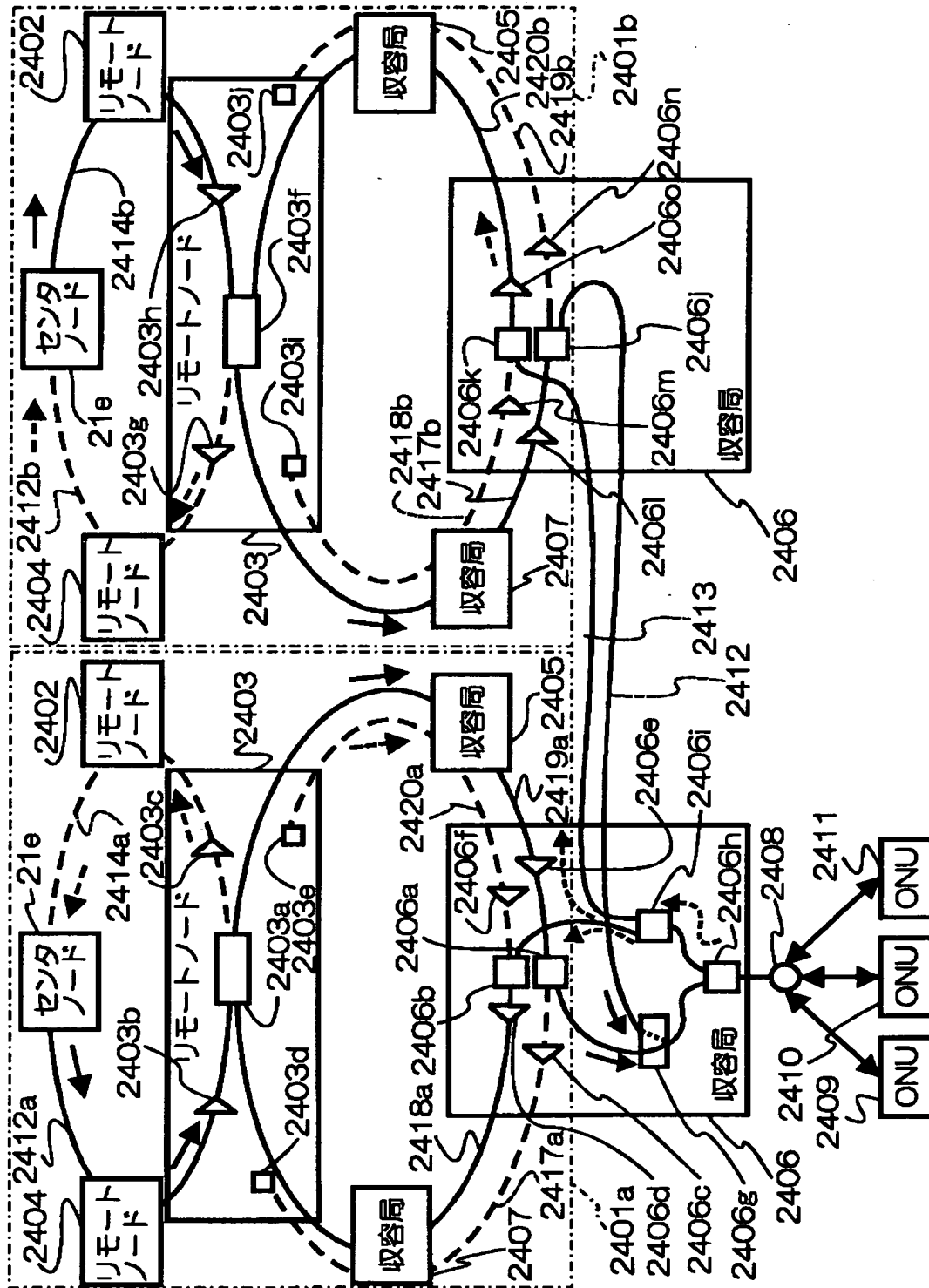
【図 2 2】



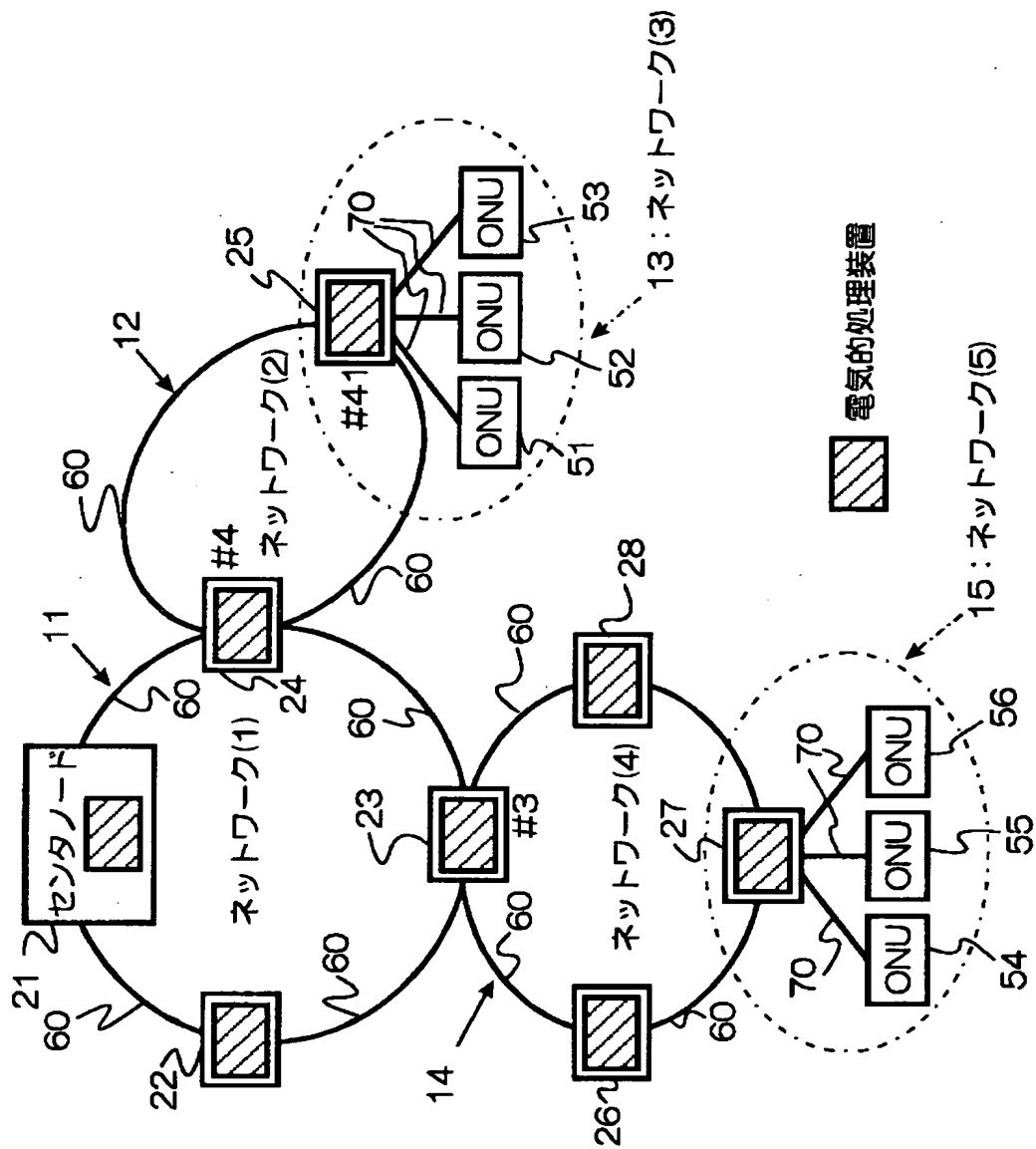
【図 23】



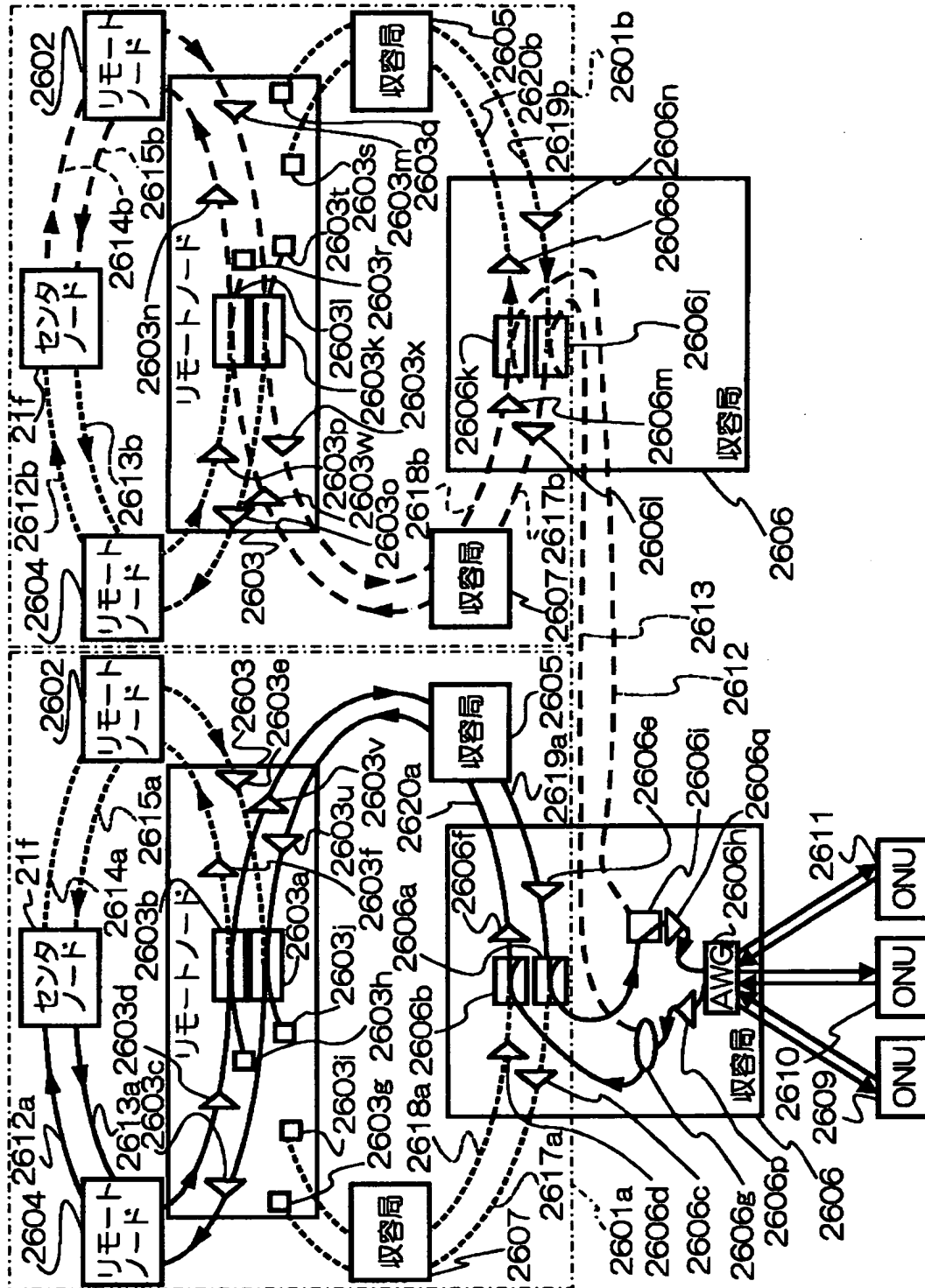
【圖 24】



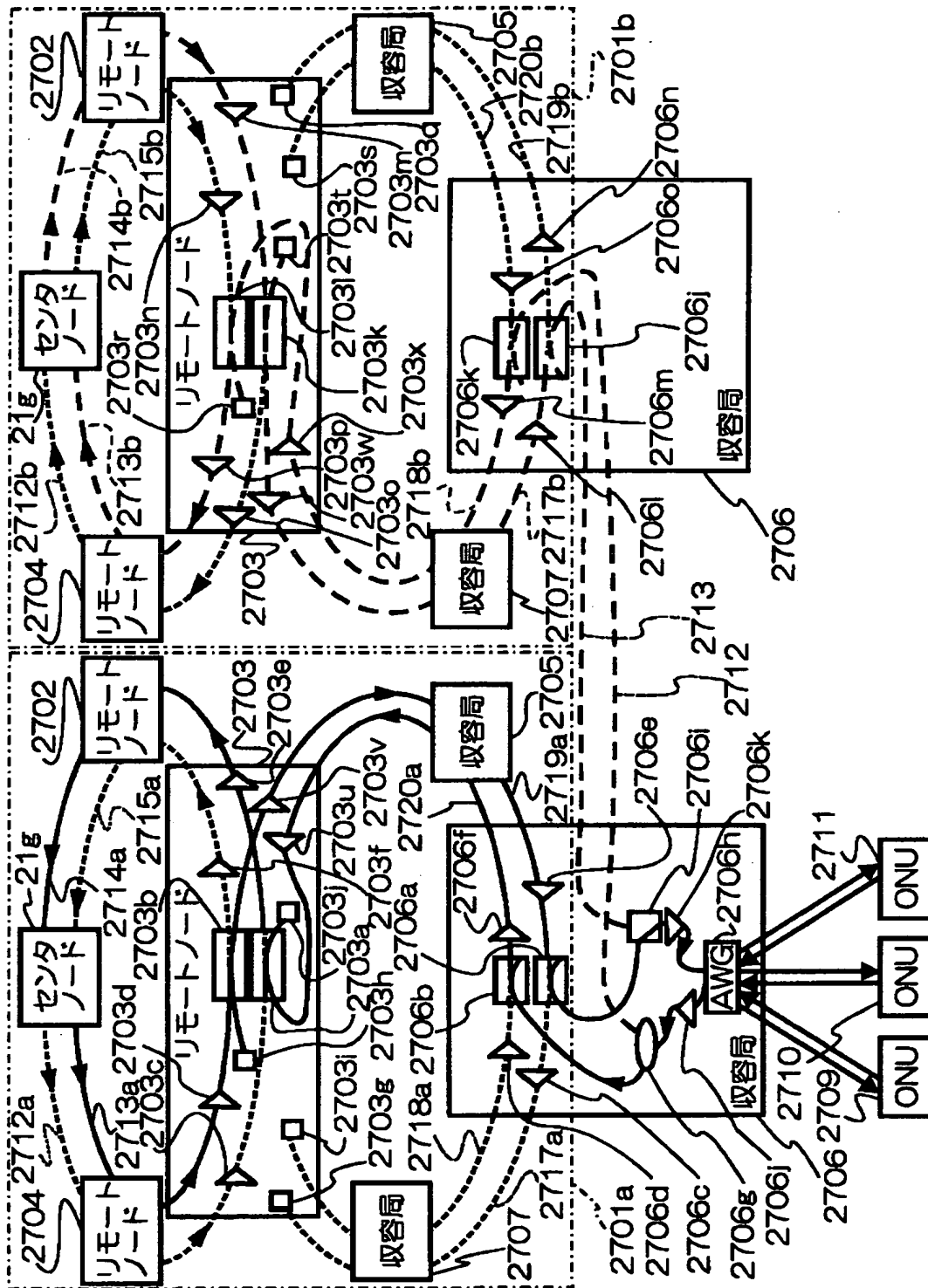
【図 25】



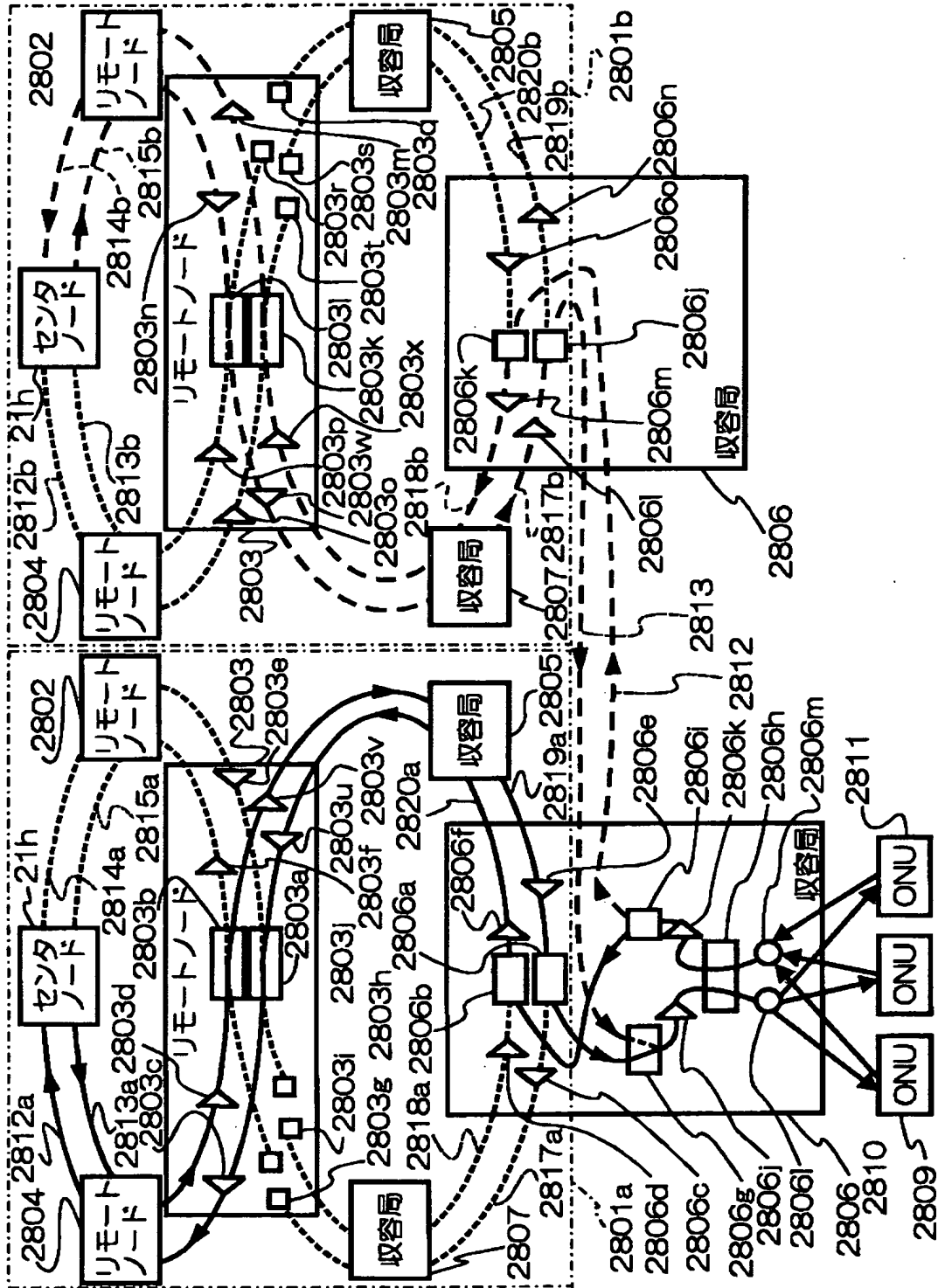
【図 26】



【図 27】



【図 28】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】簡易な構成で大容量光アクセスサービスを行うことができる波長多重光ネットワークを提供する。

【解決手段】複数の階層化した構造を持つ光ネットワークにおいて、最上位のネットワーク(1)は、センターノード21aとリモートノード22a,23a,24aを有するリングネットワークであり、中間のネットワーク(4)は、その上位のネットワーク(1)に属するノード23aをセンターノードとするリング構成であり、最下位のネットワーク(5)は、複数のONUからのトラフィックを集約する収容局25aを中心として、各ONUと収容局25aの間をそれぞれ光ファイバ70で直接結ぶスターネットワークであり、最上位のネットワーク(1)に属するセンターノード21aと各ONUがそれぞれ波長の異なる光を用いて直接通信経路を設定し、この両者の間に介在するノードにおいては、電氣的処理を行わず光信号のまま増幅と分岐又はルーティングを行う。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 2 4 0 2 3 2
受付番号	5 0 0 0 1 0 1 2 1 2 7
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 2 年 8 月 1 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000004226
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号
【氏名又は名称】	日本電信電話株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名 日本電信電話株式会社